

Agriculture Canada

Research Branch | Direction générale de la recherche

Bulletin technique 1984-2F

L'avion, nouvelle méthode d'ensemencement?

Canada

Sur la couverture, les points sur la carte indiquent les établissements de recherche d'Agriculture Canada

L'avion, nouvelle méthode d'ensemencement?

G. M. BARNETT
Station de recherche
Lennoxville (Québec)

J. E. COMEAU
Ferme expérimentale
La Pocatière (Québec)

Direction générale de la recherche
Agriculture Canada
1984

On peut se procurer des exemplaires
de cette publication du:
Directeur
Station de recherche
Direction générale de la recherche
Agriculture Canada
C.P. 90
Lennoxville (Québec)
J1M 1Z3

Production du Service aux programmes de recherche

N° de cat. A54-8/1984-2F
ISBN 0-662-92478-9

REMERCIEMENTS

Les auteurs remercient A. Chercuitte, J.B. Hudon, la section des Plantes et la section Grande Culture pour l'exécution des travaux des champs; Lise Corriveau pour la révision du texte; R. Desjardins pour la partie statistique du rapport; J.P. Bourque pour les graphiques et Diane Fontaine pour la dactylographie.

RESUME

Effectués très tôt par avion, les semis d'avoine (A. sativa "Alma"), de blé (T. aestivum "Opal") et d'orge (Hordeum vulgare "Loyola"), ne se comparent pas favorablement à ceux réalisés de deux à trois semaines plus tard par voies terrestres. Les graines ensemencées par avion n'ont pas pénétré le sol et leur distribution a été inégale. L'impossibilité de herser pendant cette période a provoqué une faible germination et a invité les oiseaux à manger les graines. Il en est résulté une diminution de la population et du rendement et une augmentation des mauvaises herbes.

La meilleure technique pour l'ensemencement des céréales a été celle du semoir à disques conventionnel suivie de près par celle du distributeur d'engrais chimiques (semis à la volée plus hersage). Le passage de la herse à ressorts, avant le semis par semoir à disques et après le semis dans le cas des méthodes à la volée, a augmenté la population et le rendement des céréales et réduit l'invasion des mauvaises herbes.

Puisqu'il faut couvrir la semence, la date des semis de céréales, même pour ceux exécutés par avion, est donc déterminée par les conditions du sol qui permettent d'effectuer un hersage superficiel.

SUMMARY

Oats (Avena sativa "Alma"), wheat (Triticum aestivum "Opal") and barley (Hordeum vulgare "Loyola") seeded extra early by air did not compare favorably with these cereals seeded by ground methods 2-3 weeks later. Cereals sown by air did not penetrate the soil and were unevenly dispersed because covering operations were not possible, much of the exposed seed was eaten by birds and germination was low. This resulted in reduced cereal stands and gain yields, and increased weed pupulation.

The conventional drill seeder was the best machine to seed cereals, in terms of the parameters measured. The broadcast fertilizer spreader followed immediately by a light harrowing was a close second. Passage of the spring tooth harrow before drilling or after seeding by broadcast methods greatly enhanced population and yield and reduced weed numbers.

Because broadcast seed must be covered, date of seeding, even by air, will be determined by the date at which the soil is dry enough to permit harrowing.

TABLE DES MATIERES

LISTE DES TABLEAUX

LISTE DES FIGURES

1. Introduction

Depuis quelques années le Québec connaît un nouvel essor pour l'ensemencement hâtif des céréales, principal facteur nécessaire à l'obtention de récoltes plus abondantes et d'une meilleure qualité du grain (6,12). Mais l'ensemencement classique au sol est irréalisable pour les deux à trois semaines suivant la fonte des neiges bien qu'il y ait possibilité de germination des céréales durant cette période. Pour cette raison une comparaison s'est révélée nécessaire entre un ensemencement précoce par avion sur un sol humide et, lorsque le terrain le permet, un ensemencement à l'aide de méthodes classiques.

La popularité de l'avion comme équipement agricole n'a cessé de s'accroître depuis le début des années 1920 (2,9,13). Bien qu'utilisé avant tout pour épandre des produits chimiques tels insecticides, herbicides, engrais (2,9), divers pays ont expérimenté l'avion pour l'ensemencement. C'est le cas de la Nouvelle-Zélande et de l'Australie lors du réensemencement de leurs pâturages (1,4,7) et de certains autres pays pour l'ensemencement du riz (5,11).

Plus récemment certains auteurs rapportaient les tentatives d'ensemencement des céréales par avion: le blé d'hiver dans les Pays-Bas (10), le seigle, l'avoine et l'orge en République démocratique allemande (8). Certains résultats d'essais effectués en Grande-Bretagne ont même été publiés dans The Times (3).

Le Québec n'avait pas encore connu l'expérience de l'ensemencement de céréales par avion. Nous en avons tenté l'expérience en collaboration avec Agriculture Québec. D'autres stations de recherches de la province ont, de leur côté, expérimenté l'ensemencement par avion. Le site retenu, celui Du Creux à La Pocatière, était dépourvu de lignes hydro-électriques et de bâtiments facilitant ainsi le travail de l'avion.

Nous avons cherché à savoir si un semis à la volée pourrait remplacer le semoir classique et donner des rendements comparables et si on avait avantage à semer très hâtivement sur un sol humide.

2. Les méthodes utilisées

2.1 Expérience de l'année 1975

Le site utilisé pour cette première expérience, le loam argileux Du Creux, a été labouré et "disqué" une fois à l'automne 1974. Les planches sont semées par avion le 1er mai 1975: un semis est réalisé à 5 mètres d'altitude et l'autre à 10 mètres. La céréale, du blé Opal, est semée au taux de 134, 202 et 269 kg/ha; une planche demeure intacte, une autre est hersée et une autre roulée. Un semis traditionnel sans roulage est réalisé deux semaines plus tard, à 112 kg/ha, par semoir à disques.
Le rendement est mesuré en moissonnant une lisière de 2,4 m à l'aide d'une moissonneuse-batteuse. La perte de grains et la matière sèche sont mesurées.

2.2 Expérience de l'année 1976

Lors de cette seconde expérience le semis par avion est effectué le 21 avril sur la troisième terrasse Du Creux. L'avoine Alma a été semée au taux de 140 kg/ha. En raison de l'échec de l'ensemencement par avion, les trois parcelles sont "disquées" et resemées par semoir conventionnel le 31 mai. Deux techniques différentes sont alors utilisées sur ce sol (préparé à l'automne 1975):

a) précédé d'un hersage avec herse à disques et herse à ressorts, semis avec semoir conventionnel (101 kg/ha) suivi d'un roulage;
b) précédé d'un "disquage", semis à la volée avec épandeur d'engrais chimiques (140 kg/ha) suivi d'un hersage et d'un roulage.

Un comptage des graines au sol et des plantes levées est fait après l'échec du semis par avion.

2.3 Expérience de l'année 1977

Lors de cette dernière année diverses méthodes sont expérimentées:
a) Les méthodes de semis
b) Les méthodes de recouvrement pour le semis par avion.
Ces méthodes sont réalisées sur un "retour de céréales" (labouré et "disqué" à l'automne 1976) à troisième terrasse du loam argileux Du Creux (élévation de 141 m).

2.3.1 Méthodes de semis

Le champ est ensemencé selon quatre méthodes:
a) semis par avion;
b) semis par épandeur d'engrais (Calhoun, tracté sur 4 roues, distribution à la volée);
c) semis par semoir à disques conventionnel;
d) semis par semoir à disques conventionnel précédé d'un "disquage".

Chaque moitié des parcelles ensemencées a subi un traitement à la herse à ressorts; avant le semis pour les méthodes à la volée (avion et épandeur) et après pour les méthodes au semoir. Un engrais, du 10-10-10 à 534 kg/ha, a été appliqué au semis.

Par une combinaison des quatre méthodes de semis avec les deux traitements de hersage huit traitements appliqués à trois espèces de céréales sont obtenus; l'avoine Alma, le blé Opal et l'orge Loyola sont les espèces de céréales. Ces traitements sont répétés quatre fois. En résumé, ce que l'on appelle communément un "split-split-plot" est réalisé:

a) les méthodes dans les parcelles principales;
b) les espèces de céréales dans les sous-parcelles;
c) le hersage dans les sous-sous-parcelles.

Enfin les paramètres sont mesurés:

1. la levée;
2. le tallage et nombre de têtes par unité de surface;
3. le rendement du grain et de la paille;
4. le rapport grain-paille et le pourcentage de grain;
5. le poids de 1000 grains et poids à l'hectolitre;
6. la date de maturité et jours de croissance;
7. les mauvaises herbes graminées et à feuilles larges.

2.3.2 Méthodes de recouvrement pour le semis par avion.

Dans la deuxième partie de cette expérience il s'agit de mesurer les mêmes paramètres que pour le semis par avion mais en retardant à divers degrés la période de recouvrement des céréales:

1. 0 jour (recouvert au semis);
2. 5 jours après le semis;
3. 10 jours après le semis;
4. 20 jours après le semis;
5. pas recouvert.

Ces cinq traitements sont appliqués aux trois espèces de céréales semées par avion selon trois méthodes différentes de recouvrement:

1. avec la herse;
2. avec le rouleau;
3. herse et rouleau.

De plus, les données météorologiques sont enregistrées à la station de météorologie de la Ferme expérimentale fédérale (sise à 30 mètres d'altitude).

3. Résultats

3.1 Dates d'ensemencement et temps requis pour les opérations

Lors de l'expérience de 1975, le semis conventionnel est exécuté deux semaines plus tard que celui par avion et, en 1977, trois semaines plus tard à l'aide du semoir à disques et de l'épandeur. Malgré ces retards, les semis plus tardifs ont évolué plus vite ou en même temps que le semis par avion.

De plus, il est a remarquer la rapidité de l'avion dans l'exécution des semis et d'épandage d'engrais chimiques. Il est suivi de l'épandeur et du semoir à disques. En 1977, pour semer un hectare, le temps requis était de:
0,4 minute pour l'épandeur;
7,4 minutes pour l'épandeur;
57,6 minutes pour le semoir.

3.2 Taux de semis (tabl. 1)

Il est évident que le nombre de graines retrouvées par terre ne correspond pas aux taux visés. Dans tous les cas, les taux de semis par avion étaient, en théorie, plus élevés que les semis par épandeur ou par semoir, mais le nombre de graines, par unité de surface, était moindre après ensemencement par avion; probablement parce que les graines ont été traînées jusqu'à 30 mètres plus loin que le lieu prévu. Le semoir reste l'instrument qui répand les graines le plus uniformément et avec lequel on peut réaliser une économie de semences.

Les coefficients de variation pour les semis par avion, faits par temps calme, sont beaucoup plus élevés que ceux des semis faits à l'épandeur ou au semoir.

Les vents forts, la journée du semis par épandeur en 1977, ont sans doute contribué au manque d'uniformité de ce semis.

En 1976, le taux de semis, 135 kg/ha en moyenne, a beaucoup varié d'un endroit à l'autre du terrain (indiqué par un coefficient de variation de l'ordre de 32% dans le comptage du grain).

3.3 Pertes de graines au semis (fig. 1, 2)

Le retard de recouvrement de 1977 (fig. 2) a diminué le nombre de graines qui restent au sol, diminution surtout marquée dans le cas du semis par avion lorsque comparé à l'épandeur. Le blé n'a pas subi la diminution observée à la figure 1 (différence que l'on doit à l'endroit échantillonné: tout le site dans les résultats de la figure 1 et seulement qu'une partie pour la figure 2), mais le nombre de graines d'orge a légèrement diminué lorsque le recouvrement était retardé.

En 1976 les oiseaux ont presque tout mangé; il ne restait que la balle. Pour l'année 1977, un comptage des graines a été effectué à différentes dates après le semis par avion. Il apparaît (fig. 1) qu'il y a eu diminution du nombre de graines à la surface à mesure que la date de comptage s'éloignait de celle du semis. Les oiseaux migrateurs (Plectophanes des Neiges) aperçus sur le site jusqu'au 15 mai pourraient être les grands responsables de cette diminution. Sur cette figure apparaît aussi une "courbe probable des graines d'avoine viables", parce qu'en réalité la chute du nombre de graines à la surface (seulement pour l'avoine) n'est sans doute pas réellement indiquée par le comptage puisqu'un grand nombre de "graines" n'avaient que l'enveloppe. La surface ensemencée a probablement joué un rôle dans cette situation; il y a plus de dommages causés par les oiseaux sur une petite surface que sur une grande surtout lorsqu'il n'y a pas d'autres champs ensemencés à proximité.

Pour le semis par épandeur, le taux était plus élevé et il semble que la baisse du nombre de graines était moins accentuée. Les oiseaux ont préféré le blé et l'avoine mais surtout cette dernière céréale; le blé et l'orge avaient subi un traitement aux fongicides et non l'avoine.

Finalement, l'exposition des graines aux extrêmes de température, pluie, soleil et vent peut jouer un rôle important dans la perte de graines.

3.3.1 La météorologie de 1976 par rapport à 1975 et 1977

Avec la réussite des semis de 1975 et 1977, et aussi l'échec de 1976, le rôle de la météorologie a été mis en cause. Un examen des données de la température de l'air, du sol, des précipitations a été fait.

3.3.2 Température de l'air (fig. 3A, 3B, 4A)

La figure 3A démontre qu'il n'y a pas eu d'énormes différences entre les températures moyennes de 1975, 1976 et 1977. En 1975, il a fait plus froid au mois de mai, début de la période de germination, plus chaud en 1976 et encore plus chaud en 1977.

Lors de l'année 1975, la température minimum de l'air (fig. 3B) a souvent été plus basse que pour les deux autres années dont les minima se sont, en général, ressemblés. Si la température minimum avait joué un rôle négatif sur la germination, elle aurait influencé le semis de 1975 qui a pourtant bien réussi, au lieu de celui de 1976.

En 1975, au début de la période de germination, la température maximum enregistrée (fig. 4A) était plus basse qu'en 1976 et 1977. La température a été plus élevée mais plus tard durant cette période. Les températures de 1976 étaient semblables à celles de 1977.

3.3.3 Degrés-jours cumulatifs (fig. 4B)

En 1975, il y a eu moins de chaleur accumulée qu'en 1976 ou 1977. Entre le 20 avril et 10 mai, l'année 1976 a accumulé plus de degrés-jours qu'en 1975 mais moins qu'en 1977. Entre le 10 et 20 mai, une meilleure accumulation de degrés-jours est notée pour l'année 1976 que pour les deux autres années mais, après le 20 mai, 1976 se situe entre ces années pour cette même accumulation. En terme de degrés-jours, il n'y aurait rien qui aurait désavantagé 1976.

3.3.4 Température du sol à 5 cm à 8h00 (fig. 5)

La température du sol à 5 cm à 8h00 était semblable pour les trois années. La température de 1975 a été plus basse qu'en 1976 et 1977 jusqu'au 5 mai. La température de 1976 a été semblable, ou a été légèrement plus basse que celles de 1975 et 1977. Les températures relevées à 17h00 confirment cette similitude des années entre elles.

3.3.5 Précipitations (fig. 6)

L'année 1976 fut très pluvieuse: plus de grosses pluies et plus souvent qu'en 1975 et 1977, années où il est tombé à peu près la même quantité de pluie. Après le 16 mai, il y a eu plus de précipitations en 1975 qu'en 1977. L'année 1976 s'est donc distinguée des autres par la quantité et la

fréquence des pluies. Ceci aurait dû aider à la germination des graines en surface. Un examen des graines a révélé qu'il n'y avait pas eu de pourriture.

3.3.6 Vent (fig. 7)

Il y a eu plus de vent en 1976 qu'en 1975 ou 1977. Ceci a pu quelque peu contrebalancer le surplus de pluie mais ne pouvait empêcher la germination.

3.3.7 Résumé

L'examen des données météorologiques de 1975, 1976 et 1977 n'a pas révélé de différences significatives entre les trois années sauf que les précipitations étaient plus élevées en 1976. L'échec des semis d'avoine, réalisés par avion en 1976, ne semble pas être relié à la météorologie mais plutôt au nombre d'oiseaux migrateurs affamés de cette graine.

3.4 Perte après le battage (tabl. 2)

En 1975, il semble y avoir eu plus de pertes de graines quand le taux de semis était plus fort et ces pertes étaient plus élevées pour le semis par avion que pour le semis au semoir.

3.5 Plantes à la levée (fig. 8,9)

Lors de l'expérience de 1976, l'échec du semis par avion, une moyenne de 22 plantes/m^2 est relevée, soit une germination de 5,5%. De plus, les plantes étaient faibles et d'une hauteur de seulement trois à huit centimètres.

En ce qui concerne l'année 1977, lorsque les espèces étaient semées par avion, il fut observé un plus grand nombre de plantes levées pour l'orge que pour les deux autres céréales (fig. 8). La levée était moins élevée pour l'orge semée au semoir à disques. Mais il faut noter que le taux de semis était moins fort. Il demeure évident que la levée est beaucoup moins forte dans le cas du semis par avion que pour les autres méthodes. Même le semis fait à l'épandeur a produit une levée moindre que celui du semoir à disques.

L'utilisation de la herse à ressorts augmentait de beaucoup le nombre de plantes levées pour le semis fait à l'épandeur. Le même effet, bien que moins prononcé, est noté pour le semis d'avoine réalisé à l'aide du semoir. Le hersage n'a eu aucun effet sur les semis par avion. Donc, en général, le hersage a augmenté la levée de façon significative.

L'essai du "retard de recouvrement" a réduit la levée de beaucoup en ce qui concerne les trois espèces (fig. 9). La levée après l'exécution d'un traitement au rouleau était moins forte que les autres; ce qui apparaît logique puisque le rouleau n'a pas tellement enterré les graines.

Il est donc évident qu'il faut couvrir les graines au semis.

3.6 Nombre de tiges à la récolte (fig. 10,11,12,13,14)

En ce qui a trait à l'expérience de 1977, le nombre de tiges à la récolte était relié, de façon linéaire, au nombre de plantes levées (fig. 11,12). Les résultats révèlent les mêmes effets produits pour le nombre de tiges que pour le nombre de plantes. Le hersage a favorisé le nombre de tiges à la récolte pour toutes les méthodes (surtout celle par épandeur) à l'exception de celle par avion où le hersage a provoqué le délogement des plantules déjà établies.

L'interaction espèce par hersage s'explique par l'augmentation du nombre de tiges de blé causée par le hersage tandis qu'il n'y a pas eu d'effet pour l'avoine et l'orge.

Le tallage (fig. 13) a été plus prononcé pour l'avoine et l'orge non hersées. L'inverse s'est produit pour le blé, ce qui a accentué les différences dans la levée. Il est à remarquer que les semis au semoir ont produit des populations plus élevées que les semis à l'épandeur et par avion: la population du semis par avion était de la moitié de celle du semis à l'épandeur, du tiers de celle du semis par semoir.

On remarque les mêmes tendances produites sur le nombre de tiges à la récolte que sur la levée dans l'expérience du "retard du recouvrement" (fig. 14).

3.7 Nombre d'épis à la récolte (fig. 15,16)

En 1977 (fig. 15), le nombre d'épis au mètre carré était directement relié au nombre de tiges à la récolte. Nous retrouvons les mêmes effets produits sur le nombre d'épis que sur le nombre de tiges. Ce qui est aussi le cas pour l'expérience "recouvrement" (fig. 16).

3.8 Rendement de grain (fig. 17,18,19,20; tabl. 3)

Le "retard de recouvrement" a réduit le rendement de beaucoup pour l'avoine et le blé mais moins pour l'orge (fig. 17). Les oiseaux ont préféré l'avoine et, en second lieu, le blé. Les rendements du traitement au rouleau étaient toujours plus faibles, ce qui contredit les résultats de l'année 1975.

L'expérience de 1975 prouve que le hersage et surtout le roulage ont augmenté de beaucoup le rendement (tab. 3). Les semis par avion ont donné, en moyenne, un rendement de 2652 kg/ha en comparaison de celui de 2694 kg/ha obtenu des céréales semées deux semaines plus tard à l'aide du semoir.

Les rendements des céréales, semées par avion à raison de 269 kg/ha mais sans roulage subséquent, ont dépassé ceux des semis au semoir conventionnel. Cependant, la différence de rendement en faveur du semis par avion, ne dépassait pas les 20 kg/ha. Des deux semis effectués (un à 5 m et l'autre à 10 m d'altitude) celui réalisé à 10 ma donné un rendement légèrement plus fort.

En ce qui concerne les résultats du rendement en 1977 (fig. 18,19,20), le hersage n'a pas eu d'effet sur les céréales semées au semoir. Il a augmenté le rendement du blé ensemencé à l'épandeur mais l'a diminué pour les semis par avion (sauf l'orge).

Semis au semoir : 2400 kg/ha (moyenne de 3 espèces)
Semis à l'épamdeur : 2100 kg/ha (moyenne de 3 espèces)
Semis par avion : 1500 kg/ha (moyenne de 3 espèces)

Les rendements du blé et de l'orge étaient semblables.

En général, le rendement du grain suit les mêmes tendances que le nombre d'épis, ce dernier déterminant le nombre de tiges. Les semis hâtifs par avion ont donné des rendements nettement inférieurs au semis au semoir et par épandeur. L'orge semée a produit un rendement légèrement inférieur à ceux des autres méthodes de semis.

Le semoir conventionnel a été le meilleur instrument pour semer les céréales même s'il a été moins rapide que l'épandeur et l'avion. Les deux méthodes à la volée permettraient d'ensemencer de grandes surfaces et la perte de rendement, suite à ces méthodes, serait regagnée par des semis hâtifs. Notez que si un engrais ajouté au sol augmente le rendement, l'avantage de la rapidité des semis est perdu.

Un semis par avion, dès que la terre est prête à être hersée afin de couvrir les graines, serait probablement comparable à un semis par épandeur. Il serait moins défavorisé qu'il ne l'a été dans cet essai. Il faut donc couvrir les graines des semis à la volée le plus rapidement possible.

3.9 Rendement de paille (fig. 21, 22, 23)

L'expérience de 1977 démontre que les rendements de la paille et du grain étaient directement reliés. Le blé a produit plus de paille que l'avoine; cette dernière en a produit plus que l'orge. Un écart moindre est remarqué entre le rendement de paille produit par le semis par avion et les autres méthodes. Il faut noter que la "paille" incluait la paille plus quelques mauvaises herbes. Une séparation n'a pas été effectuée mais l'ajout de ces mauvaises herbes était peu élevé.

Après l'expérience de "recouvrement" il faut remarquer que les rendements de paille ont subi les mêmes tendances que les grains (fig. 23). De plus, le rendement du traitement au rouleau a augmenté à mesure que le roulage était retardé.

3.10 Rendement total (fig. 24, 25)

De par les effets produits, le rendement total obtenu ressemble aux rendements de grain et de paille.

Il en est de même pour le "retard de recouvrement". Ce retard a fait baisser les rendements et le traitement au rouleau a toujours été plus faible que les autres méthodes (fig. 25)

3.11 Pourcentage de grain (fig. 26,27)

Le pourcentage de grain (rendement du grain/rendement total X100) est demeuré stable à 55% pour l'orge dans toutes les méthodes de semis, mais plus faible en ce qui concerne l'avoine et le blé ensemencés par avion en 1977. Le pourcentage de grain du blé semé soit par épandeur, soit par semoir, se situait autour de 48%. De son côté, l'avoine produisait 47% de grain lors du semis à l'épandeur et 50% pour les semis au semoir. Cependant, une baisse du pourcentage est notée après avoir effectué un "disquage" et un hersage. La baisse de pourcentage de grain du blé semé par avion s'explique, en partie, par la présence des mauvaises herbes, plus nombreuses dans les semis par avion. Mais cela n'explique pas la baisse à 42% de l'avoine hersée et "disquée". Le hersage a diminué de 2 à 5% le pourcentage de grain pour toutes les céréales. L'orge a produit 55% de grain, l'avoine 46% et le blé 45%.

Après l'expérience du "retard de recouvrement" il fut remarqué que ce retard abaissait légèrement le pourcentage de grain chez les trois espèces, probablement à cause d'une période de croissance plus longue due à ce même retard (fig. 27). Aucune différence significative n'est notée entre les méthodes.

3.12 Rapport grain/paille (fig. 28,29)

Les mêmes tendances sont relevées, mais légèrement plus accentuées dans ce rapport grain/paille que pour le pourcentage de grain (fig. 28). Il en est de même après le "retard". Le rapport a baissé à mesure que la date de recouvrement était prolongée (fig. 29). Un même rapport, soit 72, est noté pour l'avoine et le blé (40% de grain pour ces deux céréales), tandis que l'orge atteint 128 (56% de grain). Le rouleau a permis d'augmenter le rapport grain/paille et le pourcentage de grain, de l'orge et du blé, l'abaissant chez l'avoine.

3.13 Poids de 1000 grains (fig. 30,31,32)

En 1977 le poids de 1000 grains a varié de façon inverse à la population à la récolte (fig. 31). Le poids de 1000 grains était plus élevé, donc des grains plus gros, là où le nombre de tiges à la récolte et la levée étaient plus faibles.

Les semis par avion pour les trois espèces ont toujours produit un grain plus lourd que les autres méthodes. De la même façon, les semis au semoir produisaient un grain plus lourd que ceux réalisés à l'aide de l'épandeur. Le hersage a légèrement réduit le poids de 1000 grains des semis au semoir et l'a augmenté pour les autres méthodes. Habituellement l'augmentation en poids de 1000 grains est causée par une faible population mais dans le cas du semis par épandeur, la population et le poids ont subi une hausse grâce au hersage. Une saison de végétation plus longue et des graines plus grosses, grâce à une germination plus rapide des graines hersées, permettent l'obtention de ce résultat. Le hersage a augmenté le poids de 1000 grains du blé et de l'orge, le réduisant pour l'avoine.

En 1977, (fig. 32) après recouvrement, une légère augmentation est notée dans le poids de 1000 grains de l'avoine et de l'orge après le retard. Ce résultat est dû au faible peuplement lorsque le recouvrement retardait. Le poids de 1000 grains du blé n'a pas été influencé par le retard de même que les méthodes n'ont rien changé au poids de 1000 grains.

3.14 Poids à l'hectolitre (fig. 33,34,34A, 35)

Le poids à l'hectolitre (densité) est demeuré constant lorsque le poids de 1000 grains (grosseur) a varié, en 1977 (fig. 34A). De plus, la population n'a pas influencé le poids à l'hectolitre.

En ce qui concerne le blé, son poids à l'hectolitre a été plus élevé pour les semis au semoir que pour ceux par avion ou par épandeur. Le hersage a permis d'augmenter d'augmenter le poids à l'hectolitre pour les semis par épandeur mais l'a réduit pour le semis par avion, sauf pour l'orge dans les deux cas.

Donc, le poids à l'hectolitre a beaucoup moins été modifié par les traitements que le poids de 1000 grains. (fig. 33).

Avec le "retard de recouvrement" (fig. 35), le poids à l'hectolitre de l'avoine et du blé a légèrement baissé tandis qu'il augmentait dans le cas de l'orge. Le poids à l'hectolitre après l'expérience du roulage était généralement plus bas que les autres, réflétant bien le retard dans sa maturité.

3.15 Maturité (fig. 36,37)

L'expérience de 1977 démontre que l'avoine et le blé ont évolué en même temps lorsque semés par avion ou par épandeur, mais quelques jours plus tard après l'ensemencement au semoir. De son côté l'orge semée soit par avion, soit par épandeur suivi d'un hersage ou par semoir évoluait en même temps. L'orge semée par épandeur (sans hersage) a subi un certain retard.

Le hersage a retardé d'une bonne semaine la maturité du semis par avion, mais l'a avancé de 4-5 jours pour le semis au semoir et de 18 jours pour le semis par épandeur. Le hersage de l'avoine et l'orge semées par épandeur a permis d'avancer de beaucoup la date de maturité, tandis qu'il en retardait la date lorsque ces céréales étaient ensemencées par avion. Les grains semés à l'épandeur et enterrés au semis ont germé plus vite que les grains du semis par avion: le hersage les a déterrés ce qui a nécessité un nouvel établissement. En ce qui a trait à la maturité du blé, celle-ci a été beaucoup moins influencée par le hersage des semis par avion ou par épandeur.

La date de mûrissement a été le 18 août pour l'orge, le 25 août pour l'avoine et le 1er septembre pour le blé. Lorsque semées au semoir, les céréales étaient mûres avant celles du semis par avion malgré qu'il ait été réalisé vingt jours plus tôt. En général le hersage a avancé la date de maturité de cinq jours.

L'expérience du "retard de recouvrement" (fig. 37) retardait de beaucoup (2 semaines) la date de maturité de l'avoine, mais moins celle du blé et de l'orge (2 à 4 jours). L'avoine et l'orge traitées au rouleau ont mûri plus tard que dans le cas des deux autres méthodes.

3.16 Nombre de jours de croissance (fig. 34,38,39)

Les résultats réflètent à peu près les mêmes tendances, bien que plus accentuées pour le nombre de jours de croissance, que pour la date de maturité (fig. 38).

A cause d'un semis par avion fait vingt jours avant les autres semis (à épandeur et au semoir), le nombre de jours de croissance de ces céréales était souvent plus élevé bien que la date de maturité pouvait être la même. Il apparaît aussi à la figure 34 que la date de maturité n'a pas influencé le poids au 1000 grains.

Lorsque le recouvrement était retardé, le nombre de jours de croissance augmentait tandis que le traitement au rouleau prolongeait la période de végétation (fig. 39).

3.17 Mauvaises herbes (fig. 40,41,42,43)

3.17.1 A feuilles larges (fig. 40,42)

En général (fig. 40) le hersage a réduit le nombre de mauvaises herbes à feuilles larges à l'exception des semis d'avoine et d'orge faits au semoir. Il y a eu plus de mauvaises herbes pour les semis par avion que pour les autres méthodes. Les semis à l'épandeur, surtout pour l'avoine et le blé, ont donné moins de mauvaises herbes que les autres. L'avoine et l'orge ont été moins infestés de ces herbes que le blé. Le "disquage" a fait sugmenter le nombre de mauvaises herbes.

Lorsque l'opération de recouvrement était retardée une légère hausse du nombre de mauvaises herbes (fig. 42) était observée chez les trois espèces, surtout après le traitement au rouleau. En général, les traitements "herse et rouleau" (combinés au retard de recouvrement) ont abaissé le nombre de mauvaises herbes chez l'avoine et l'orge. En ce qui concerne le blé, ces traitements n'ont pas produit beaucoup d'effet.

3.17.2 Famille des graminées (fig. 41,43)

Le hersage (fig. 41) a réduit le nombre de graminées surtout pour les semis par semoir; le semis par avion est celui qui en a eu le plus. Le "disquage" semble avoir réduit le nombre de graminées chez l'avoine et le blé. On remarque plus de graminées dans le blé que dans les autres espèces, pour lesquelles le nombre était semblable.

De son côté le retard de recouvrement a fait augmenter les graminées, peu importe la méthode, chez les trois espèces (fig. 43), mais surtout dans les semis non couverts.

4. Conclusion

Les résultats des trois expériences effectuées en 1975, 1976 et 1977 démontrent clairement qu'il n'y a aucun avantage à semer hâtivement les céréales sur un sol humide. Les faibles performances des semis par avion sont à remarquer en comparaison de ceux effectués à l'aide du semoir ou de l'épandeur d'engrais chimiques. Ainsi, les semis par avion ont donné des rendements inférieurs aux autres méthodes deux années sur trois (1976,1977).

En outre, les relevés prouvent l'utilité d'un recouvrement au semis afin d'accroître la population des céréales ensemencées et leur rendement. Donc, si un recouvrement est nécessaire, aussi superficiel soit-il, la date d'ensemencement des céréales sera alors déterminée non pas par l'instrument que l'on veut utiliser mais bien par un sol assez sec pour permettre le passage de la herse.

BIBLIOGRAPHIE

1- ACLAND, J.O. 1973. Beef production on the grasslands of the Canterbury Hills. Proc. N.Z. Grass. Sco. 34: 259-262

2- ANONYMOUS. 1965. News and notes . Landbouwmechanisatie, May 1965.

3- ANONYMOUS. 1966. News and notes, The Times, Nov. 21 1966.

4- CAMPBELL, M.H. and DOWLING, P.M. 1974. Aerial techniques for pasture improvement, Agric. Gaz. N.S.W. 85: 36-38

5- CHAPMAN, A.L. 1969. Establishment of water-sown rice. CSIRO, Division of Land Research. Annual report 1968-1969. pp.68-70. Canberra. 139 pp.

6- COMEAU, J.E., BARNETT, G.M. and RIOUX, R. 1974. A reprieve for cereals in Quebec. Can. Agric. 19: 6-9

7- DAVIDSON, P.C. 1974. Land development and Townsville stylo establishment techniques for pasture improvement. Trop. Grassl. 8: 59-60

8- HEYMANN, W. and BERNHARDT, H. 1973. Preliminary results and experiences with soying of cereals by airplane. Tagungsbericht Akademie des Landwirtschaftswissenschaften der Deutschen Demokratischen Republic no. 122: 25-34. Institut fur Dungugsforschung Lelpzig-Potsdam, 7022 Leipzig German Democratic Republic.

9- ISLER, D.A. 1960. Aircraft in agriculture. In Power to Produce, The Yearbook of Agriculture 1960. U.S. Dep. Agric. pp. 157-163

10- KUIZENGA, J. and HARTMANS. S.D. 1976. Impressions and results of aerial sowing of winter wheat in the wet autumn of 1974. Bedrijfsontwikkeling 7: 116-120.

11- LEONARD, W.H. and MARTIN. J.H. 1963. Page 81 in Cereal Crops. The Macmillan Co., New York, N.Y. 824 pp.

12- NASS, H.G. JOHSTON, H.W., MACLEOD, J.A. and STERLING. J.D.E. 1975. Effect of seeding date, seed treatment and foliar sprays on yield and other agronomic characters of wheat, oats and barley. Can. J. Plant. Sci. 55: 41-47

13- NORMAN, R.F. 1976. A review and projection of aircraft utilisation in food production. In Proc. 5th Int. Agric. Aviation Congr., 22nd-25th Sept. 1975. National Agricultural Centre, Warwickshire, England Kenilworth. U.K. IAAC (1976). 403 pp.

Tableau 1 Les taux de semis et le nombre de graines par m^2 dans l'expérience méthode de semis et hersage de 3 céréales à La Pocatière, en 1977.

		Nombre de graines/m^2		
		Méthode de semis		
Paramètre	Céréale	Avion	Epandeur	Semoir
Taux de semis théorique (kg/ha)	Avoine	168	123	95
	Blé	185	140	146
	Orge	134	134	110
Nombre de graines par mètre carré	Avoine	298	421	325
	Blé	222	283	349
	Orge	202	236	217
Erreur standard (sur le nombre)	Avoine	55	95	16
	Blé	53	16	34
	Orge	23	36	12
CV% (sur le nombre)	Avoine	74	32	20
	Blé	43	26	22
	Orge	47	34	21

Tableau 2 Perte de grains à la moisson du blé Opal semé par avion à 2 hauteurs de vol à La Pocatière en 1975.

Traitements		Perte de grains (nombre/m^2)				
Mode de semis	Travail du sol après semis	Taux de semis kg/ha				
		112	134	202	269	Moyenne
Avion volant à 5 m	Témoin	-	82,9	-	72,1	77,5
	Hersage	-	121,6	-	110,9	116,3
	Roulage	-	64,6	-	125,9	95,8
Avion volant à 10 m	Témoin	-	-	132,4	-	132,4
	Hersage	-	67,8	145,3	150,7	120,6
	Roulage	-	-	93,6	-	93,6
Semoir à disques	-	57,0	-	-	-	57,0
Moyenne		-	84,0	123,8	115,2	99,0

Tableau 3 Rendement du blé Opal semé par avion sur le loam argileux Du Creux à La Pocatière en 1975.

Traitements		Rendement *kg/ha				
Mode de semis	Travail du sol	Taux de semis kg/ha				
		112	134	202	269	Moyenne
Avion						
Vol à 5 m	Témoin	-	2088	-	2745	2416
	Hersage	-	2321	-	2796	2559
	Roulage	-	2837	-	3086	2962
Vol à 10 m	Témoin	-	-	2153	-	2153
	Hersage	-	2653	2324	3629	2869
	Roulage	-	-	2728	-	2728
Moyenne		-	2475	2401	3064	2647
Semoir à disques		2694	-	-	-	2694

*Récolté en lisière de 2,4 m par moissonneuse-batteuse
-Avion: semé le ler mai
-Semoir: semé le 15 mai
-Hersage, roulage et engrais: 15 mai

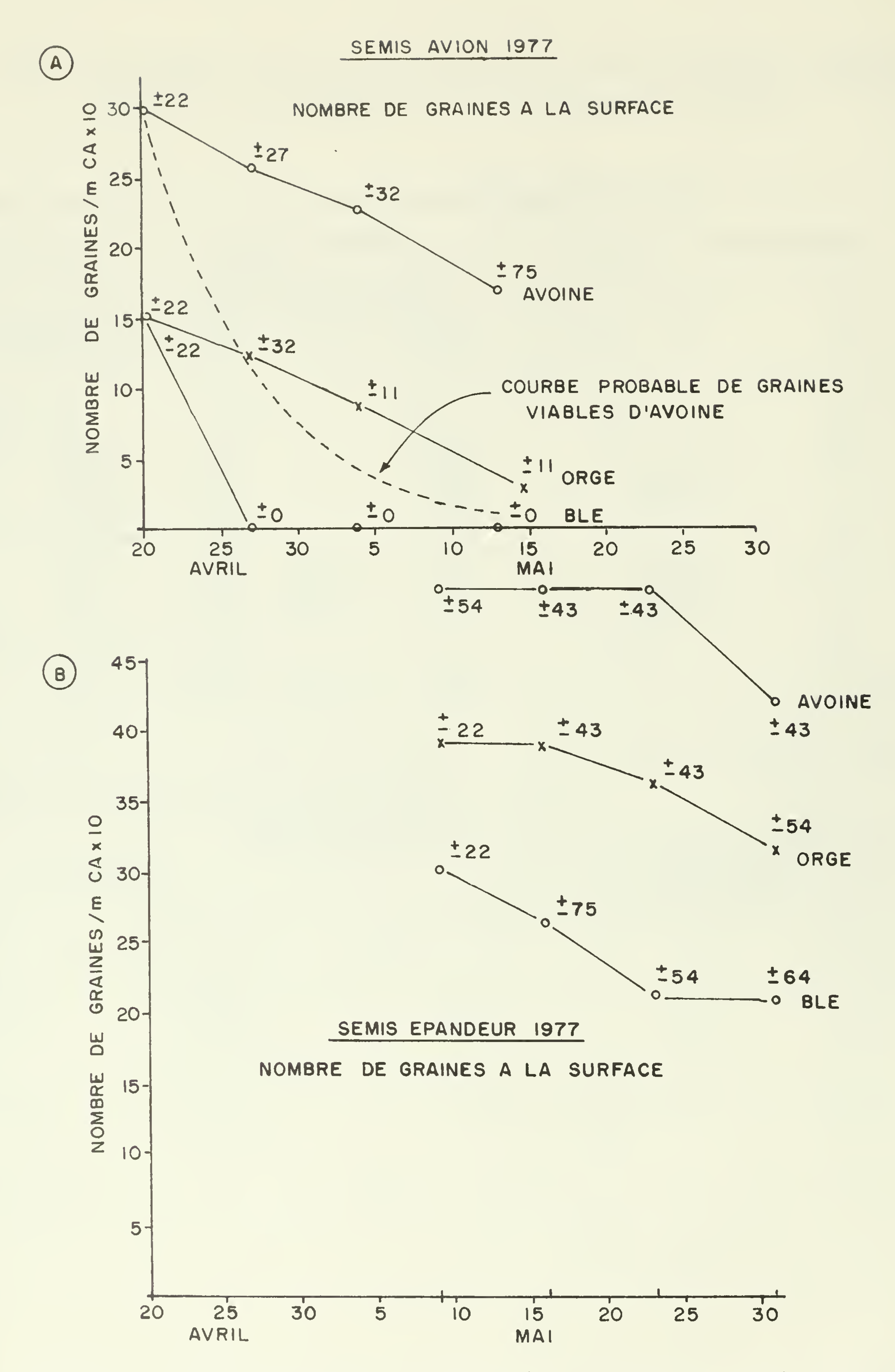


Figure 1. Baisse en nombre de graines à la surface du sol à La Pocatière en 1977: A-Semis par avion, B-Semis par épandeur. (erreur standard)

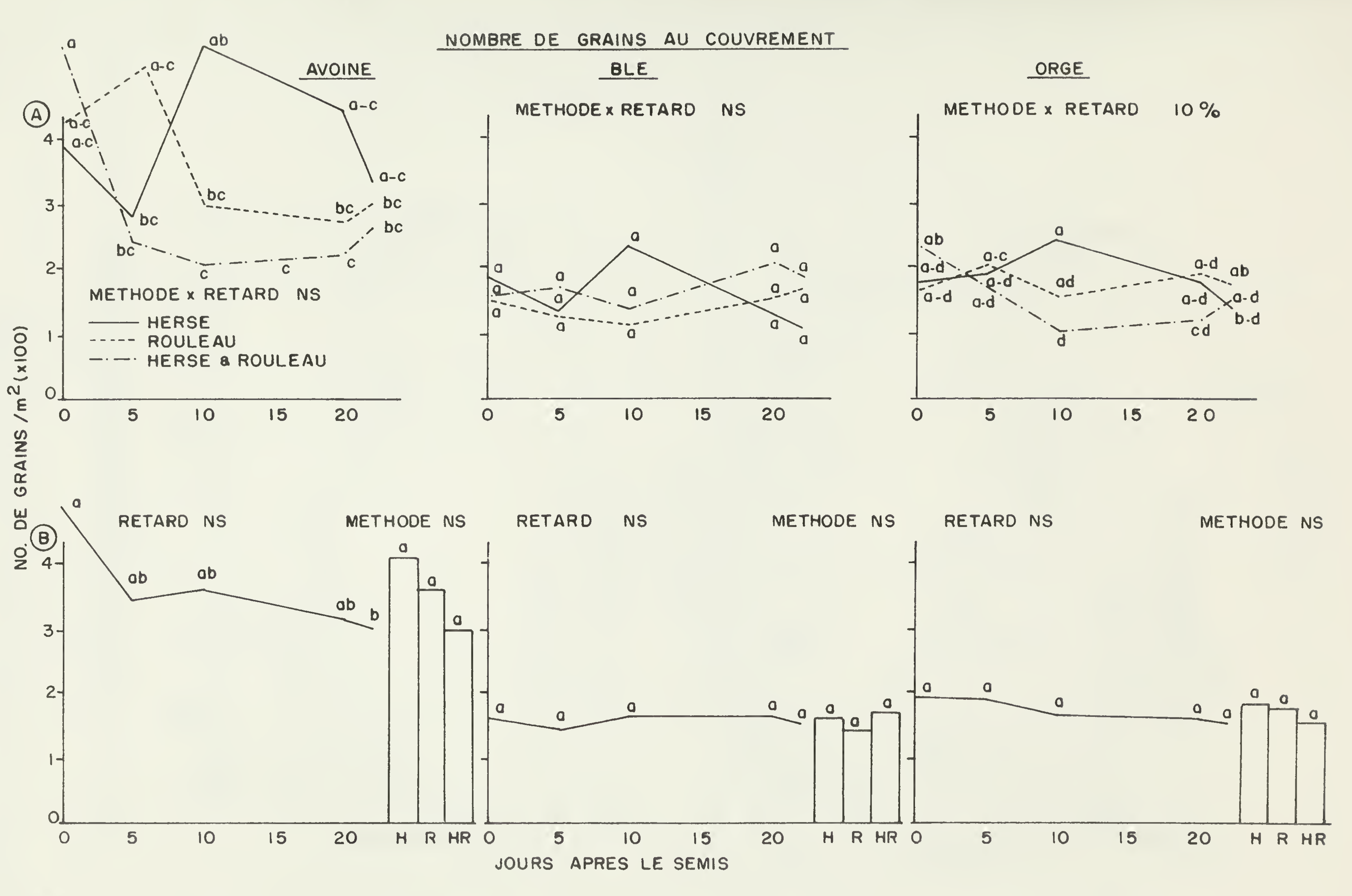


Figure 2. Le nombre de graines au recouvrement influencé par la méthode de couvrement et le laps de temps après le semis: A-L'interaction, B-Effets principaux.

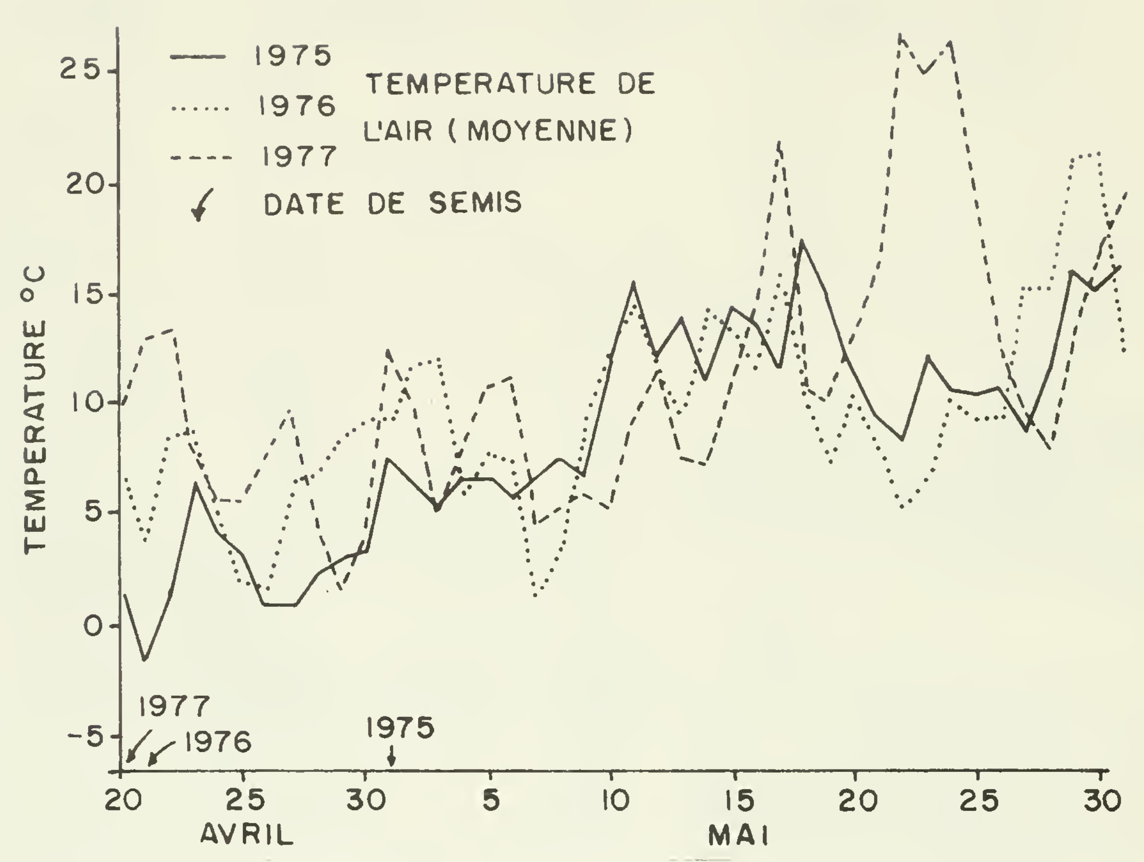


Figure 3A. Température moyenne de l'air en avril et mai en 1975, 1976 et 1977 à La Pocatière (Kamouraska, station météo).

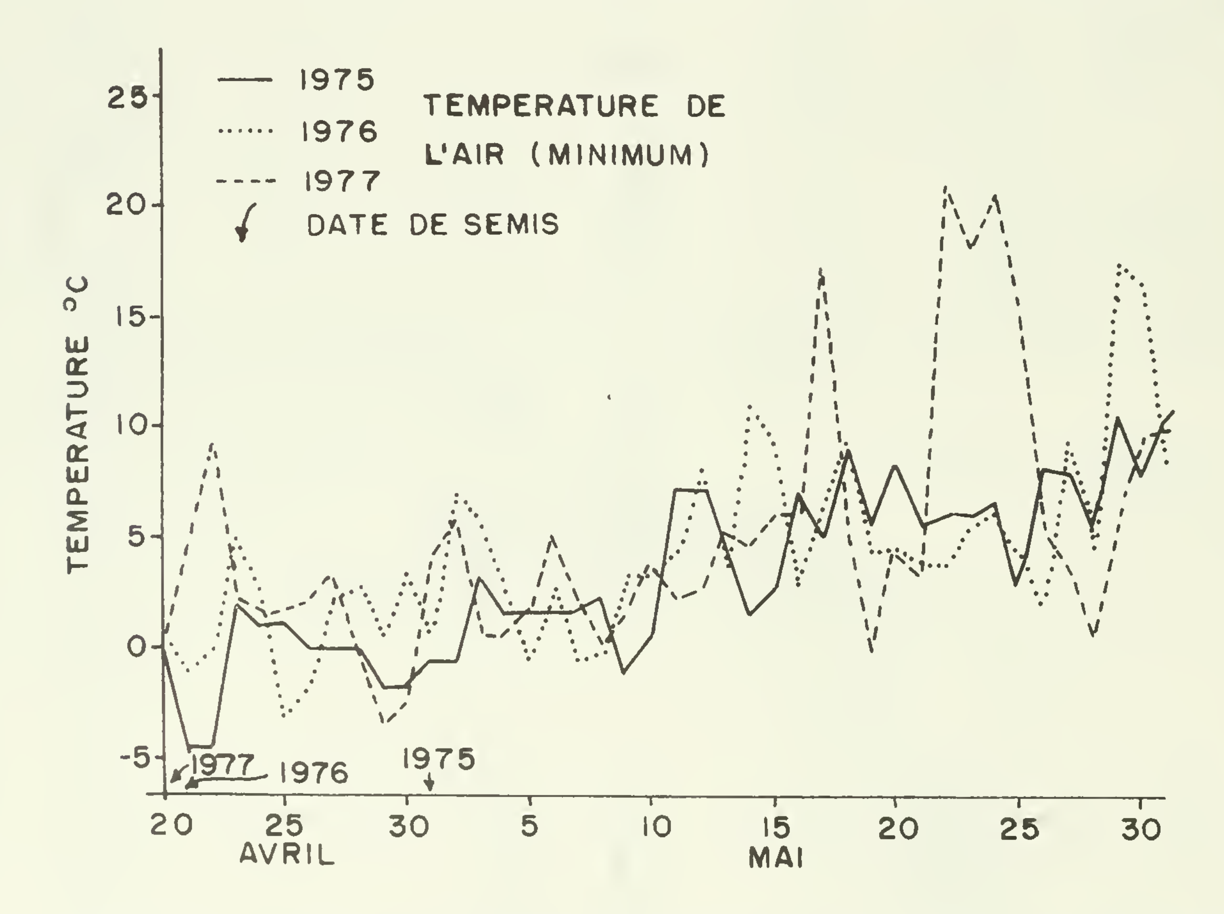


Figure 3B. Température minimum de l'air en avril et mai en 1975, 1976 et 1977 à La Pocatière (argile Kamouraska, station météo).

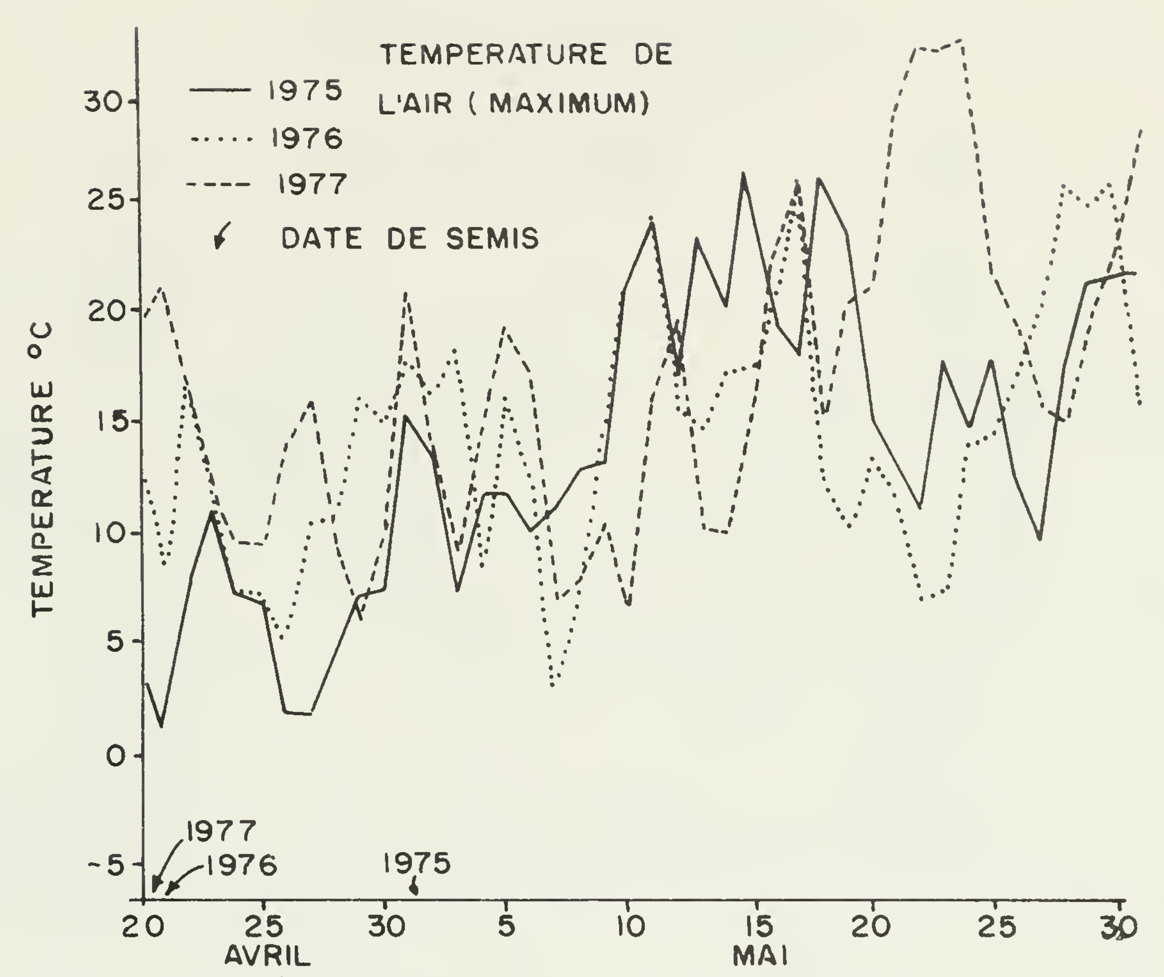


Figure 4A. Température maximum de l'air entre le 20 avril et le 31 mai à La Pocatière en 1975, 1976 et 1977.

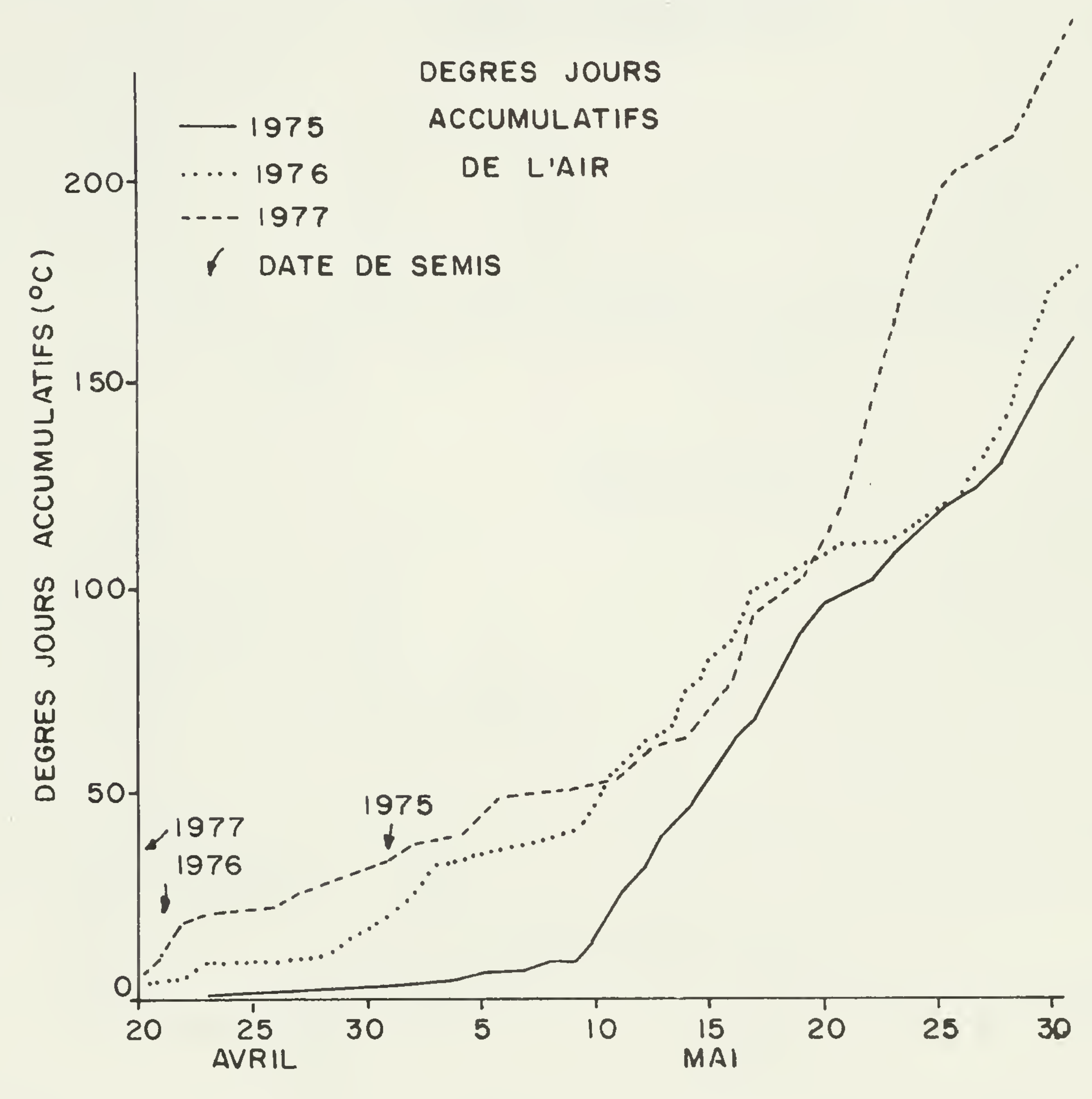


Figure 4B. Degrés-jours cumulatifs entre le 20 avril et le 31 mai à La Pocatière en 1975, 1976 et 1977 (argile Kamouraska, station météo).

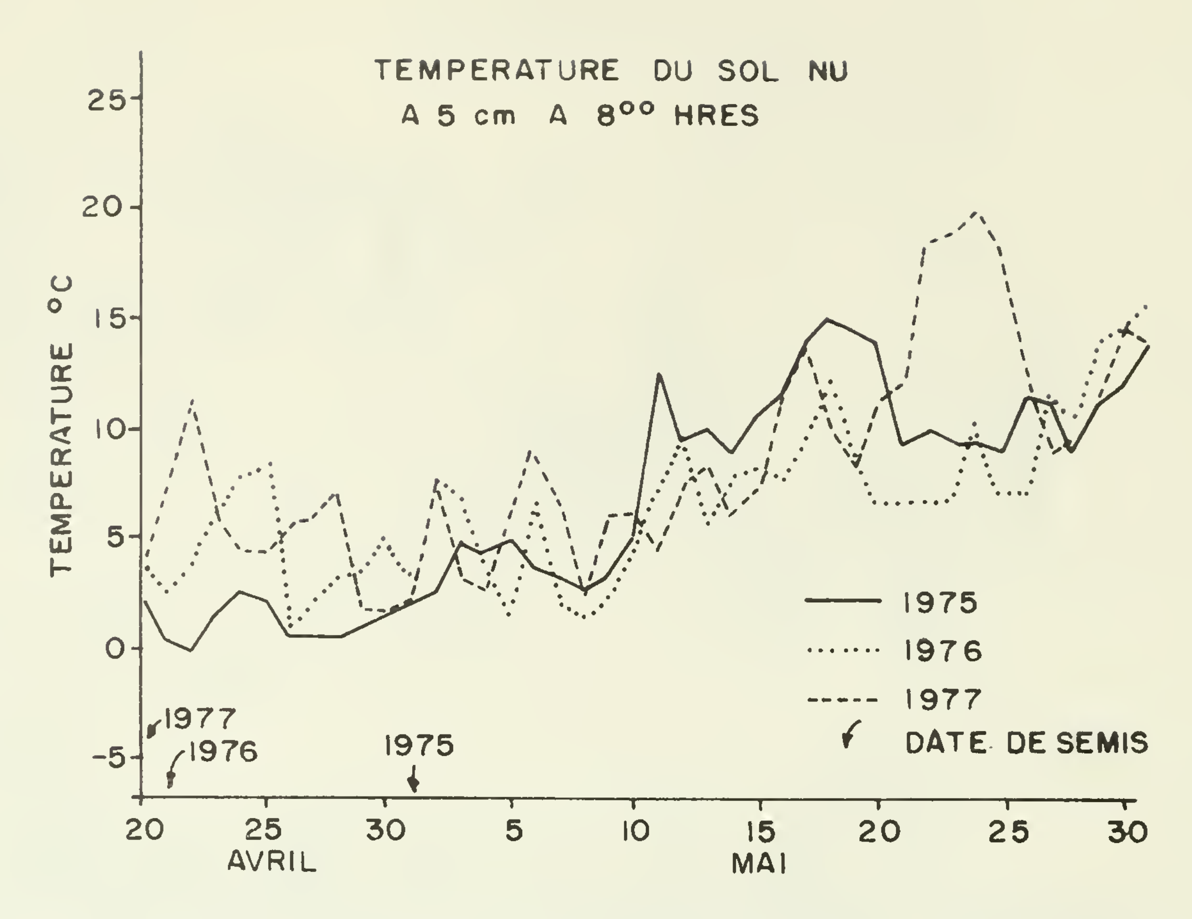


Figure 5. Température du sol à 5 cm à 8h00 entre le 20 avril et le 31 mai en 1975, 1976 et 1977 à La Pocatière (argile Kamouraska, station météo).

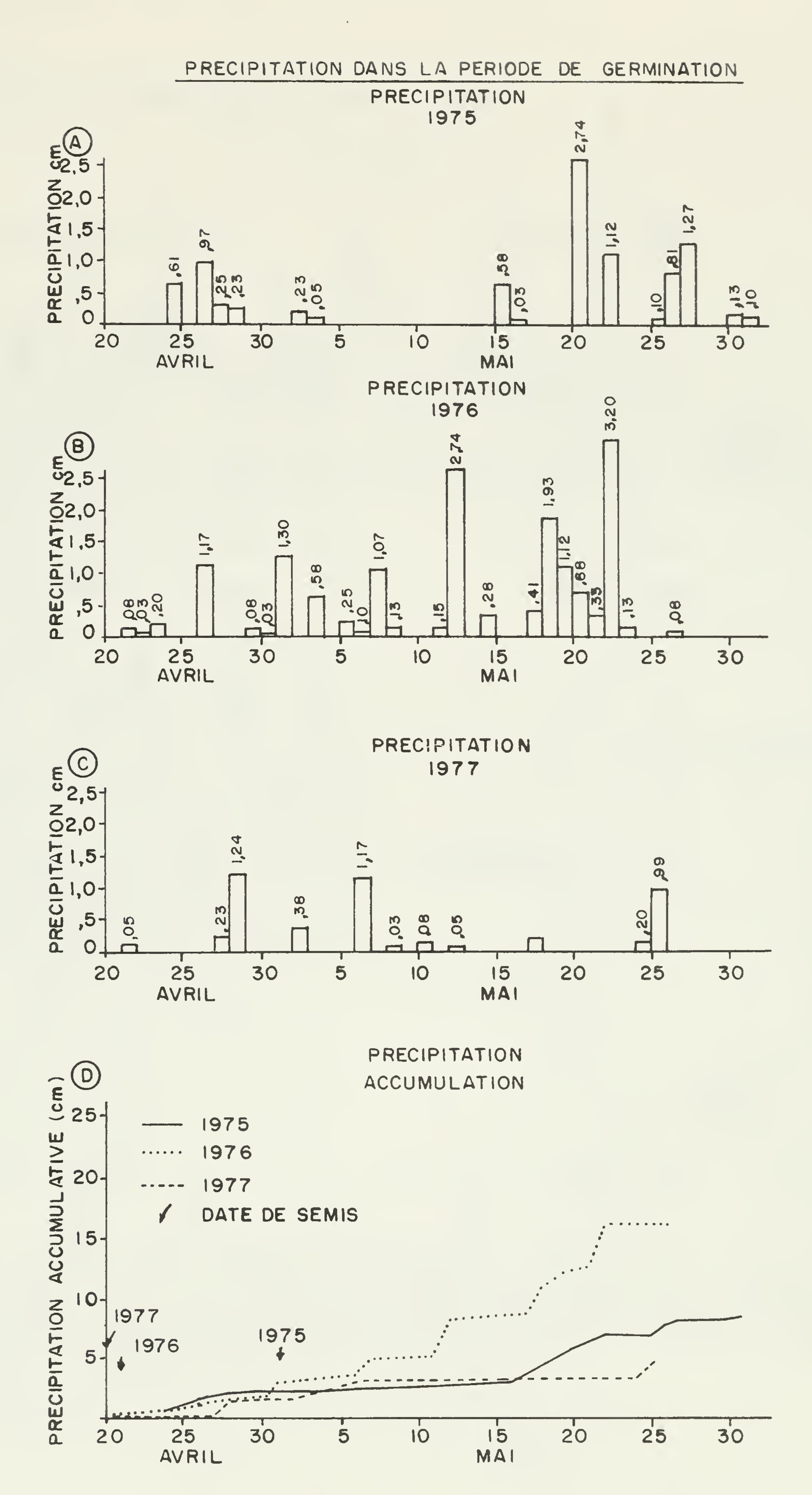


Figure 6. Précipitations entre le 20 avril et le 31 mai 1975, 1976 et 1977: Précipitation journalière; A-1975, B-1976, C-1977 et D-Précipitation cumulative de 1975, 1976 et 1977.

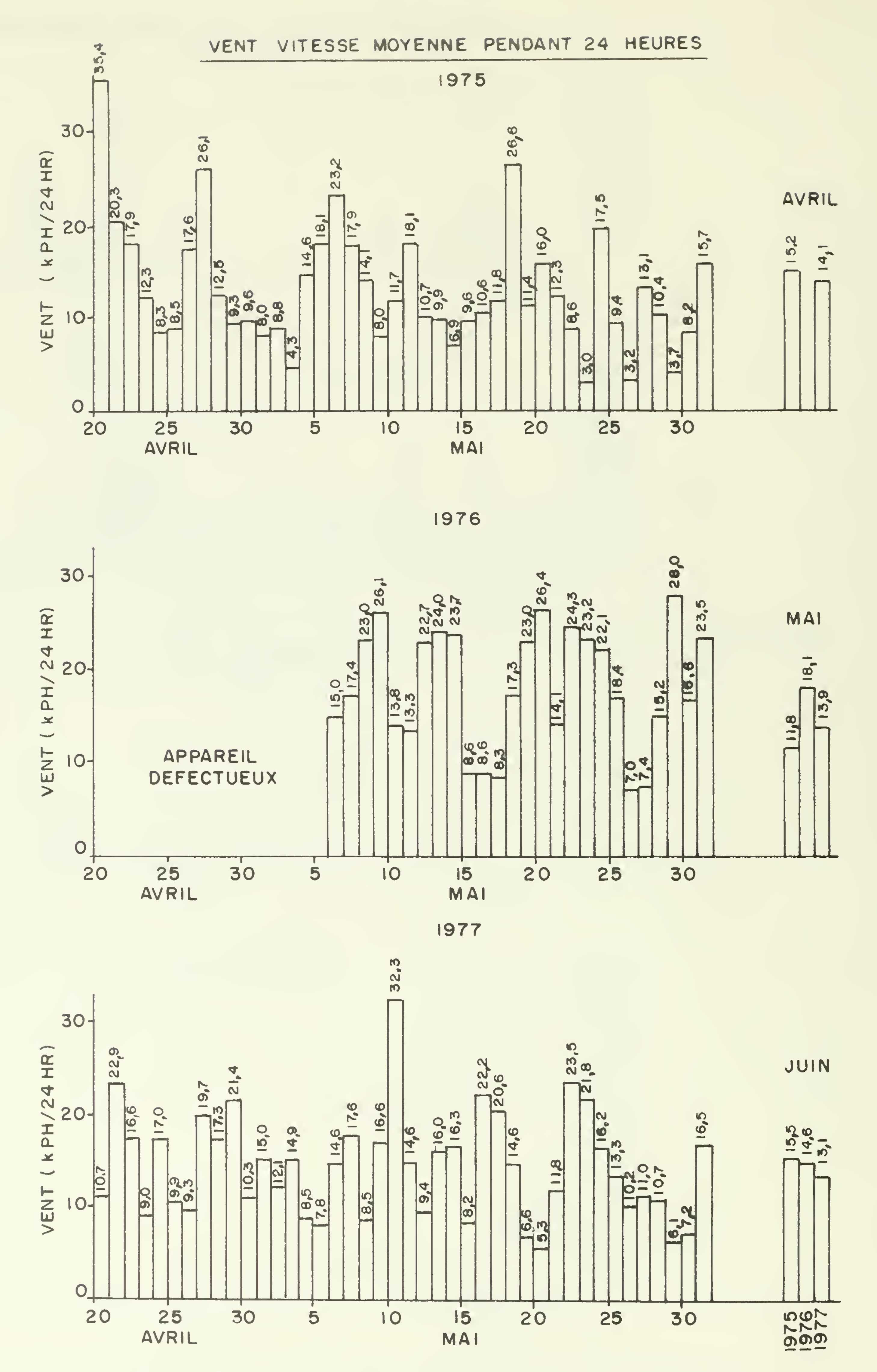


Figure 7. Moyenne des vitesses moyennes du vent pendant 24 heures en 1975, 1976 et 1977 (deuxième terrasse, 30 m d'altitude, 2 km du fleuve) à La Pocatière.

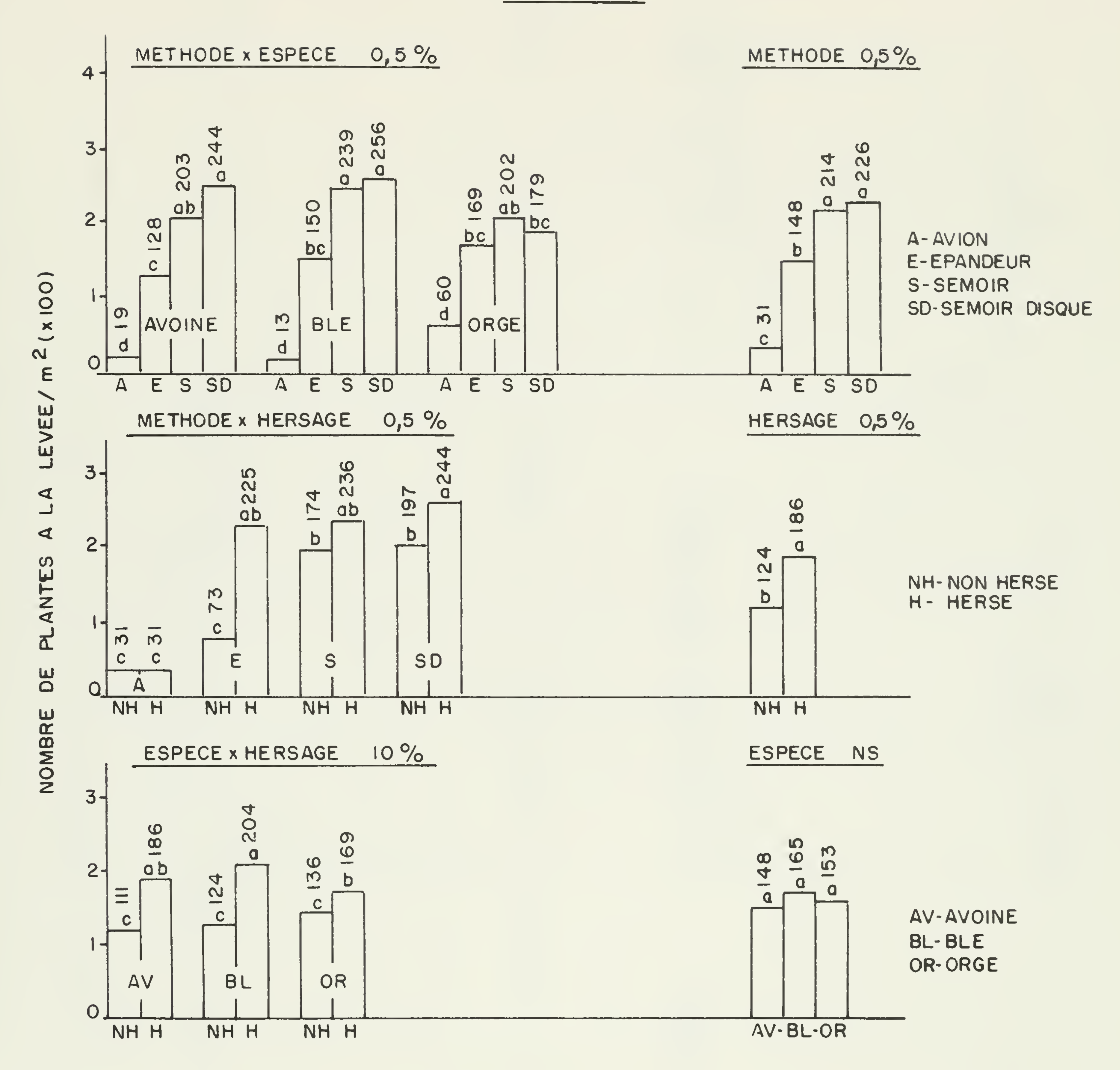


Figure 8. Effet de la méthode de semis et du hersage sur la levée de l'avoine, du blé et de l'orge à La Pocatière en 1977. (Interactions premier ordre et effets principaux)(le titre "méthode x espèce" signifie l'interaction méthode de semis par espèce. Le 0,5% indique le niveau de signifiance statistique P ≥ 0,5%.)

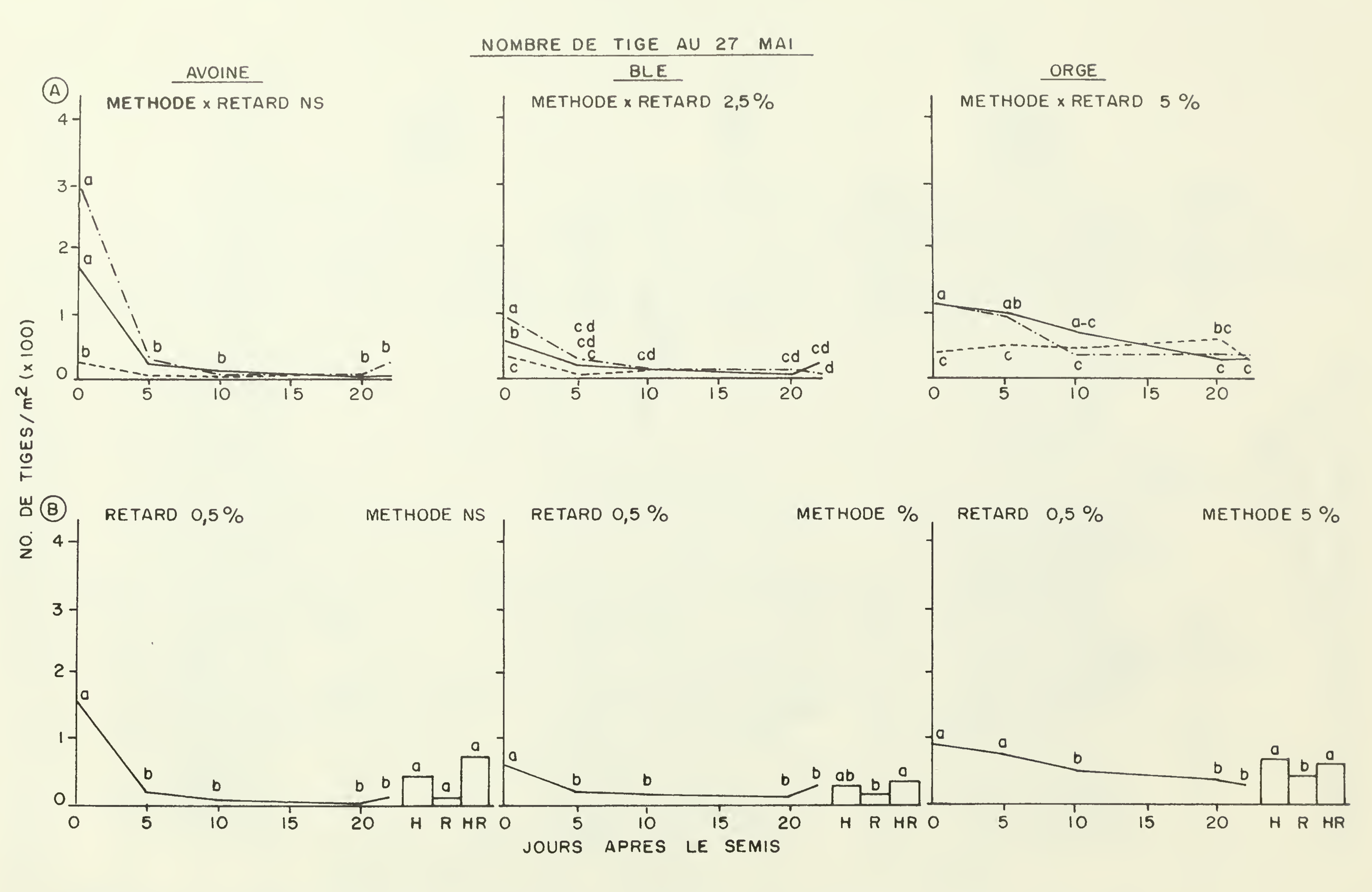


Figure 9. Effet de la méthode et retard de recouvrement sur le nombre de tiges le 27 mai.

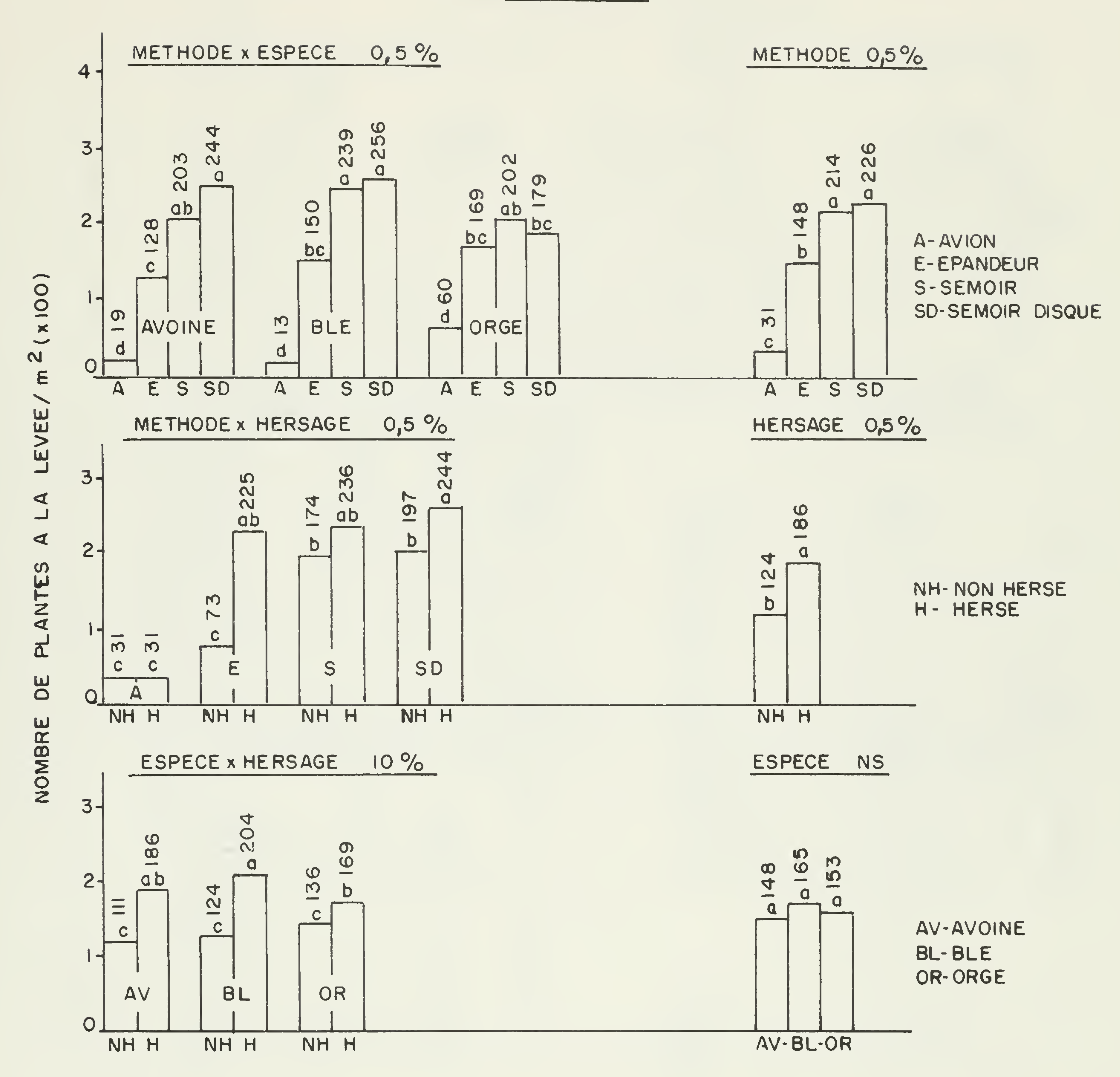


Figure 8. Effet de la méthode de semis et du hersage sur la levée de l'avoine, du blé et de l'orge à La Pocatière en 1977. (Interactions premier ordre et effets principaux)(le titre "méthode x espèce" signifie L'interaction méthode de semis par espèce. Le 0,5% indique le niveau de signifiance statistique P ≥ 0,5%.)

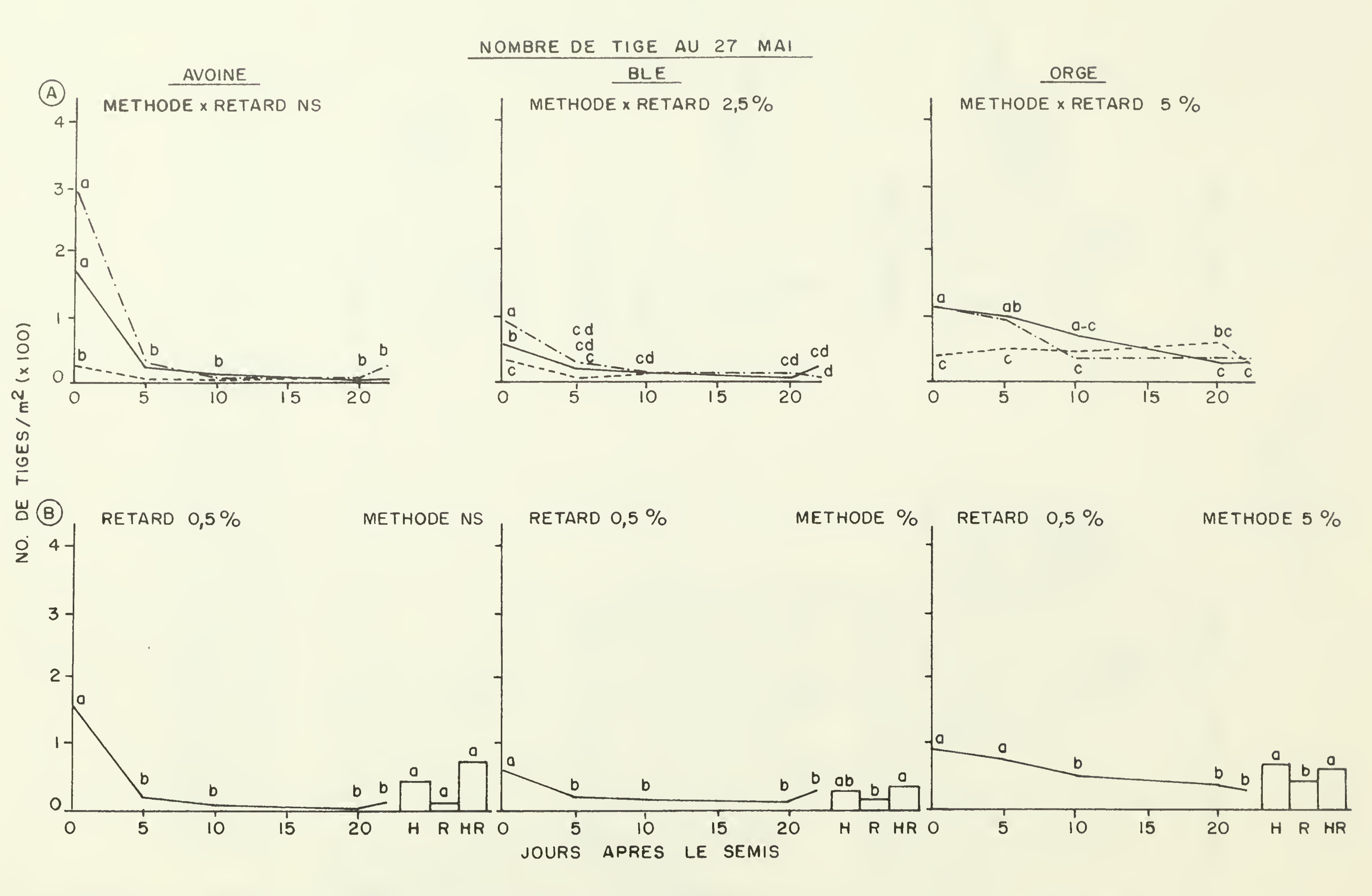


Figure 9. Effet de la méthode et retard de recouvrement sur le nombre de tiges le 27 mai.

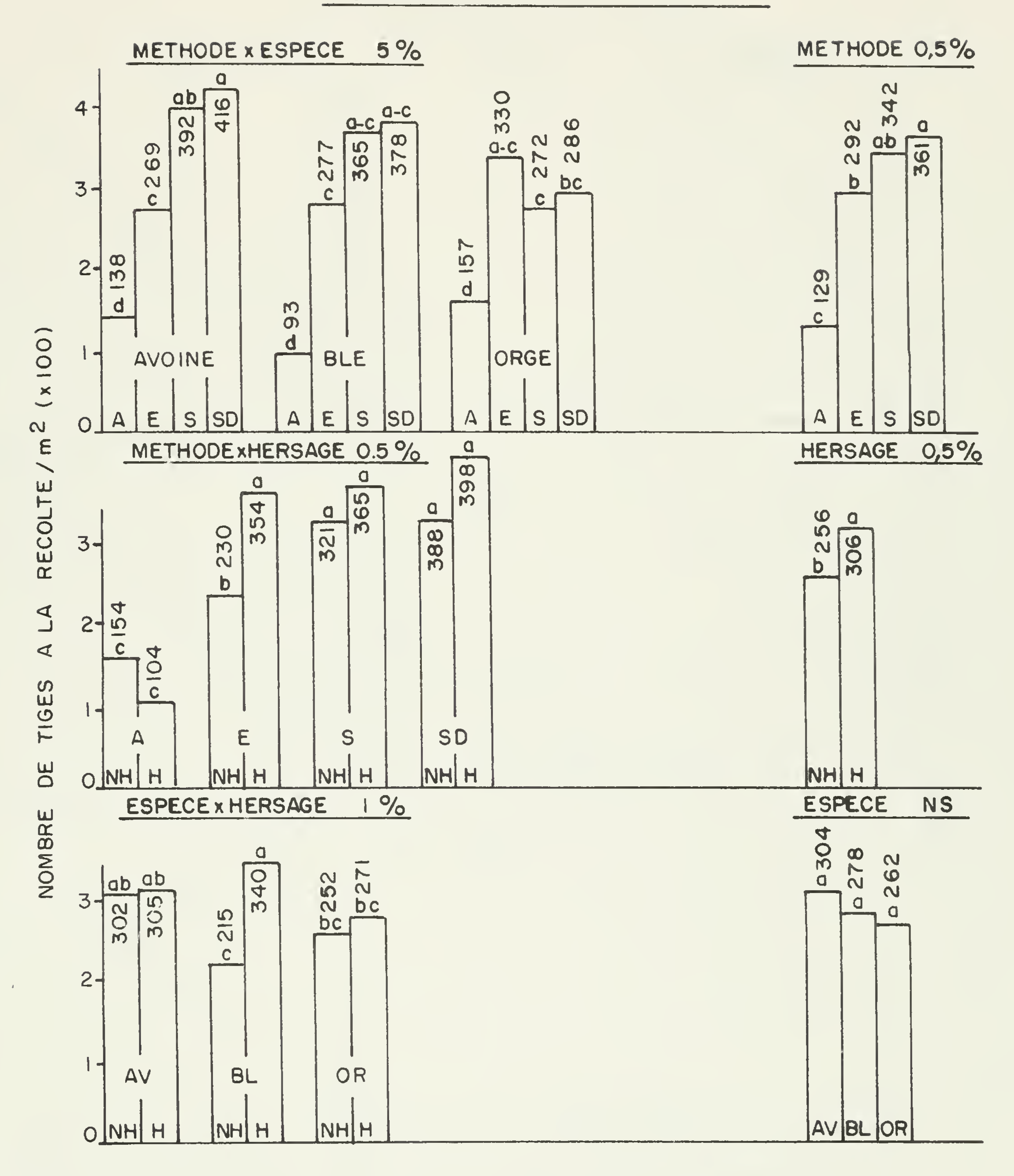


Figure 10. Effet de la méthode de semis et du hersage sur le nombre de tiges à la récolte de l'avoine, du blé et de l'orge à La Pocatière en 1977 (Interactions premier ordre).

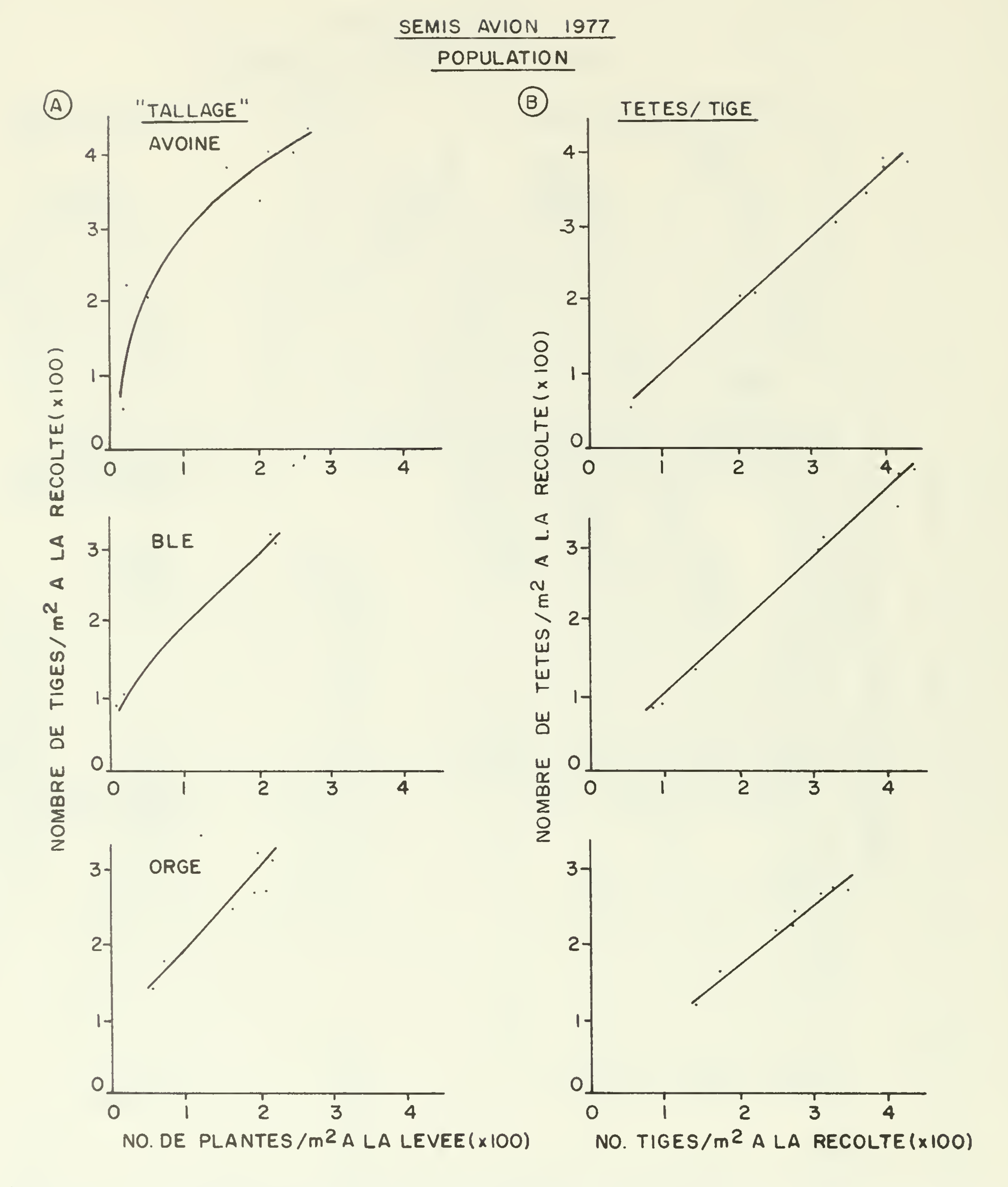


Figure 11. Relation entre A-Le nombre de tiges à la récolte et le nombre de plantes à la levée ("tallage"), B-Le nombre de têtes à la récolte et le nombre de tiges à la récolte, pour l'avoine, le blé et l'orge à La Pocatière en 1977.

SEMIS AVION 1977

NO. DE TIGES / PLANTE LEVEE

NOMBRE DE TIGES A LA RECOLTE PAR PLANTE LEVEE

AVOINE

BLE

ORGE

NO. DE PLANTES m2 A LA LEVEE (x 100)

Figure 12. Relation entre le nombre de tiges produites par plante levée et le nombre de plantes levées.

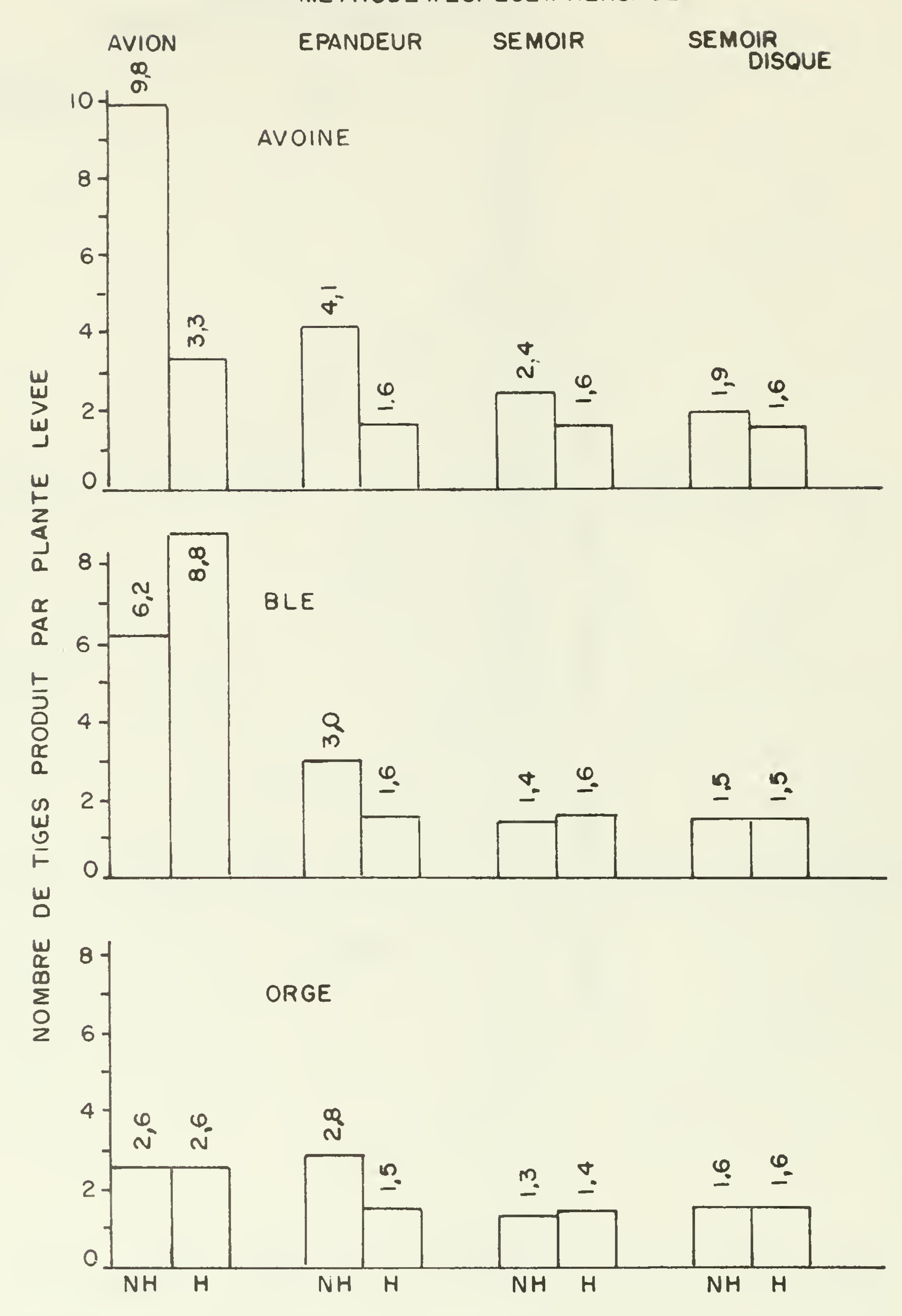


Figure 13. Effet de la méthode de semis et du hersage sur le nombre de tiges produites par plante levée ("tallage") de l'avoine, du blé et de l'orge à La Pocatière en 1977 (méthode x espèce x hersage).

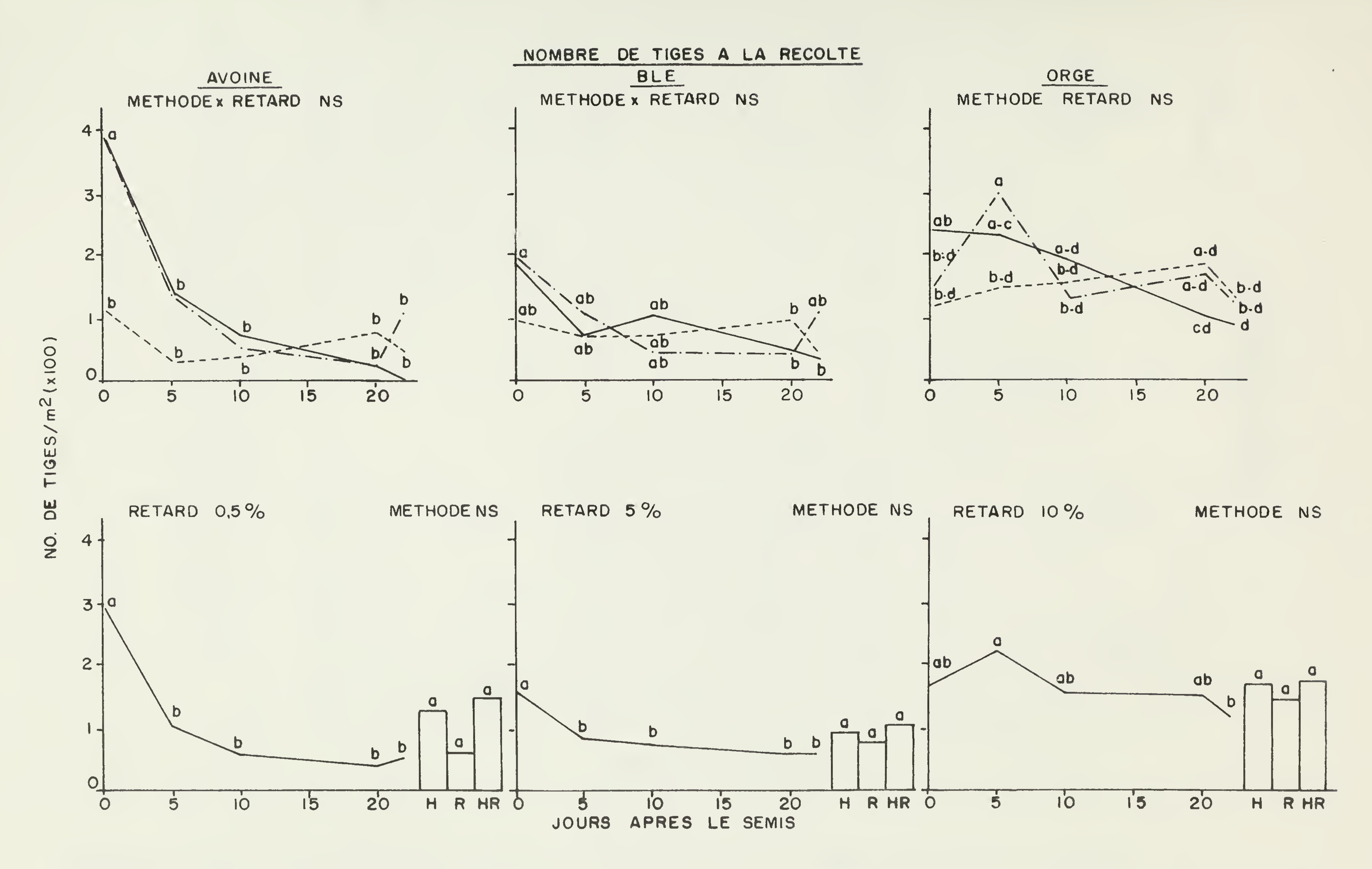


Figure 14. Effet de la méthode et retard de recouvrement sur le nombre de tiges à la récolte.

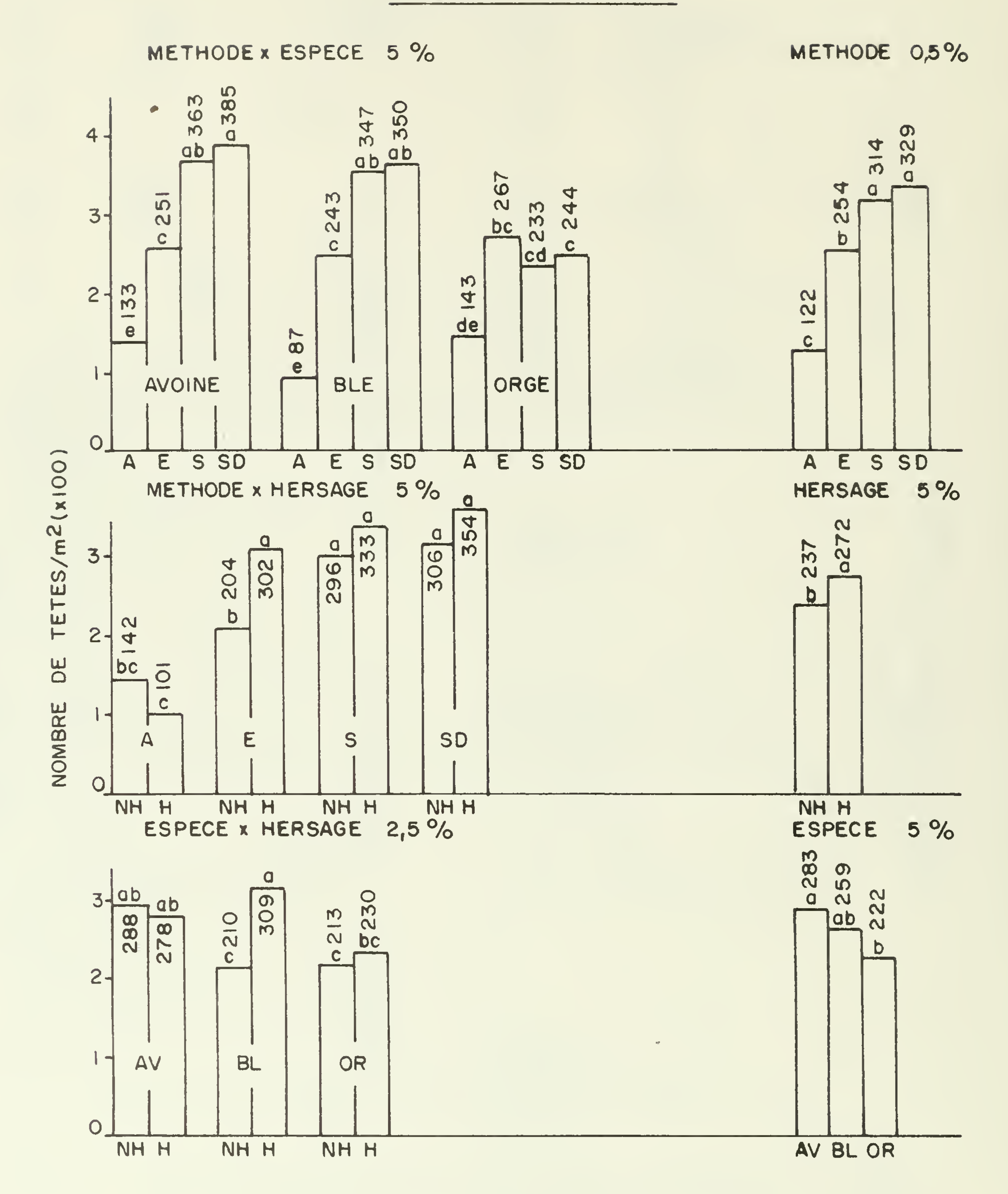


Figure 15. Effet de la méthode de semis et du hersage sur le nombre de têtes de l'avoine, du blé et de l'orge au pied carré à La Pocatière en 1977 (Interactions premier ordre).

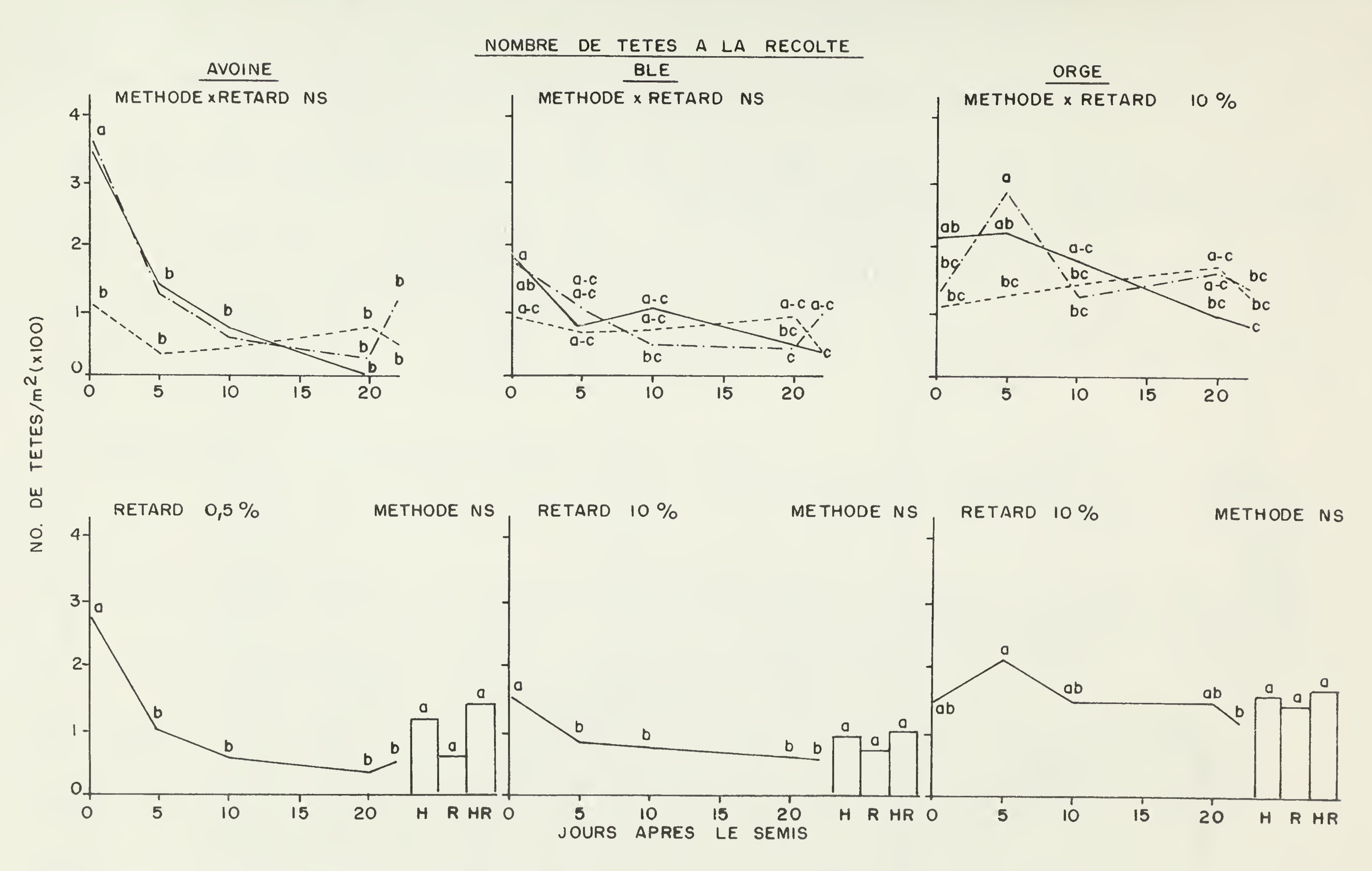


Figure 16. Effet de la méthode et retard de recouvrement sur le nombre de têtes à la récolte.

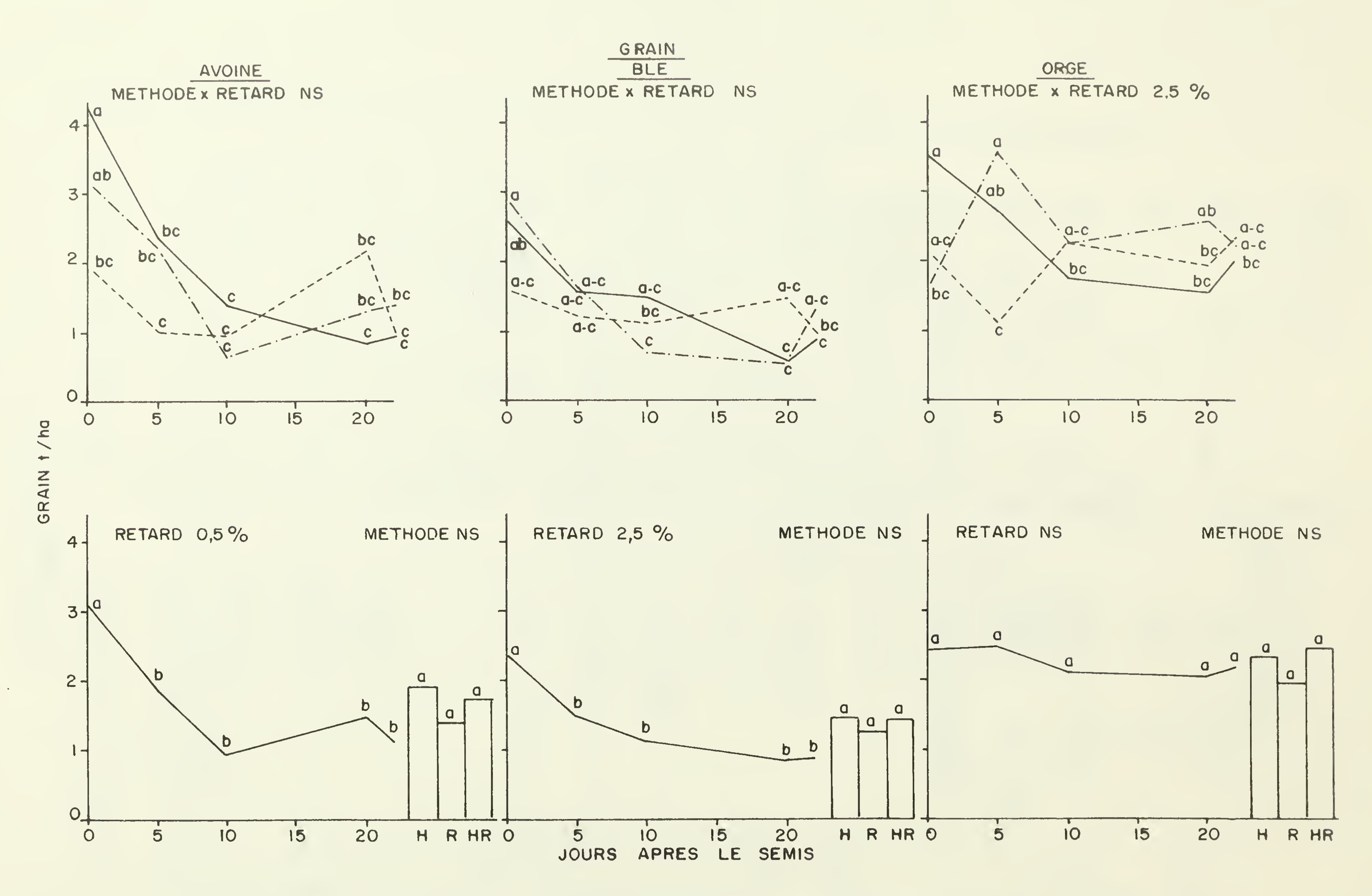


Figure 17. Effet de la méthode et retard de recouvrement sur le rendement du grain.

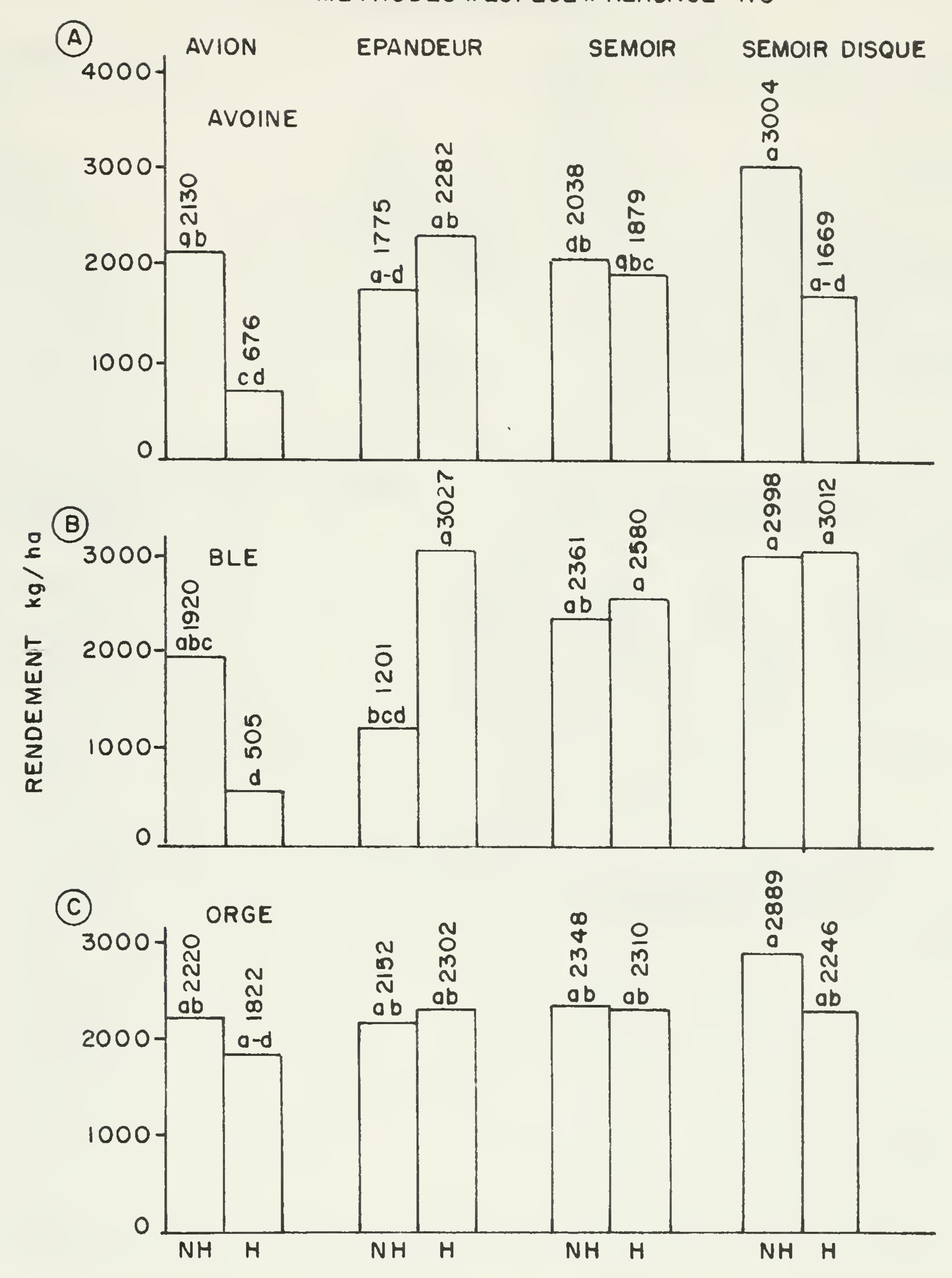


Figure 18. Effet de la méthode de semis et du hersage sur le rendement du grain d'avoine, du blé et de l'orge à La Pocatière en 1977 (méthode x espèce x hersage).

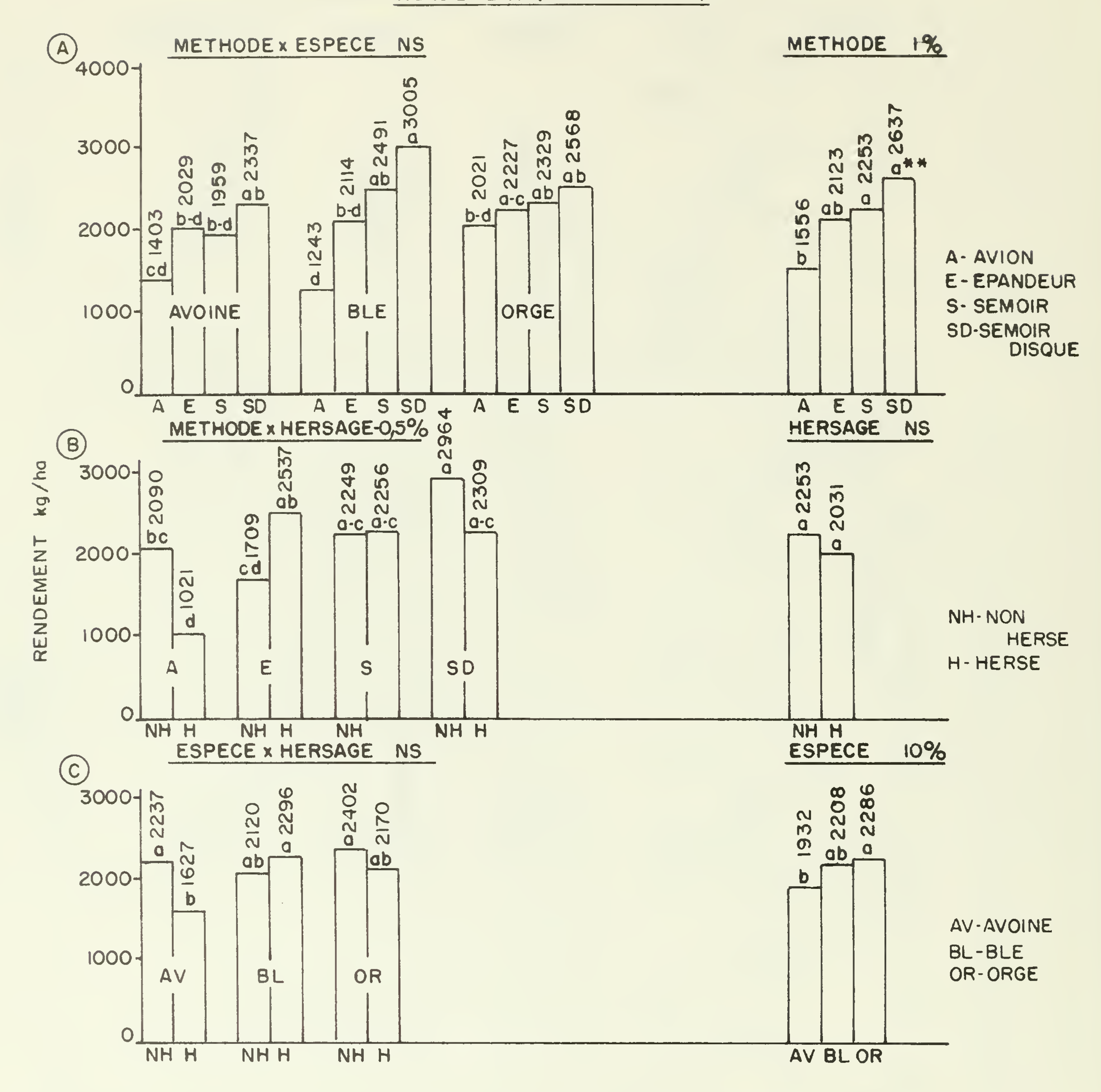


Figure 19. Effet de la méthode de semis et du hersage sur le rendement de l'avoine, du blé et de l'orge à La Pocatière en 1977 (Interactions du premier ordre).

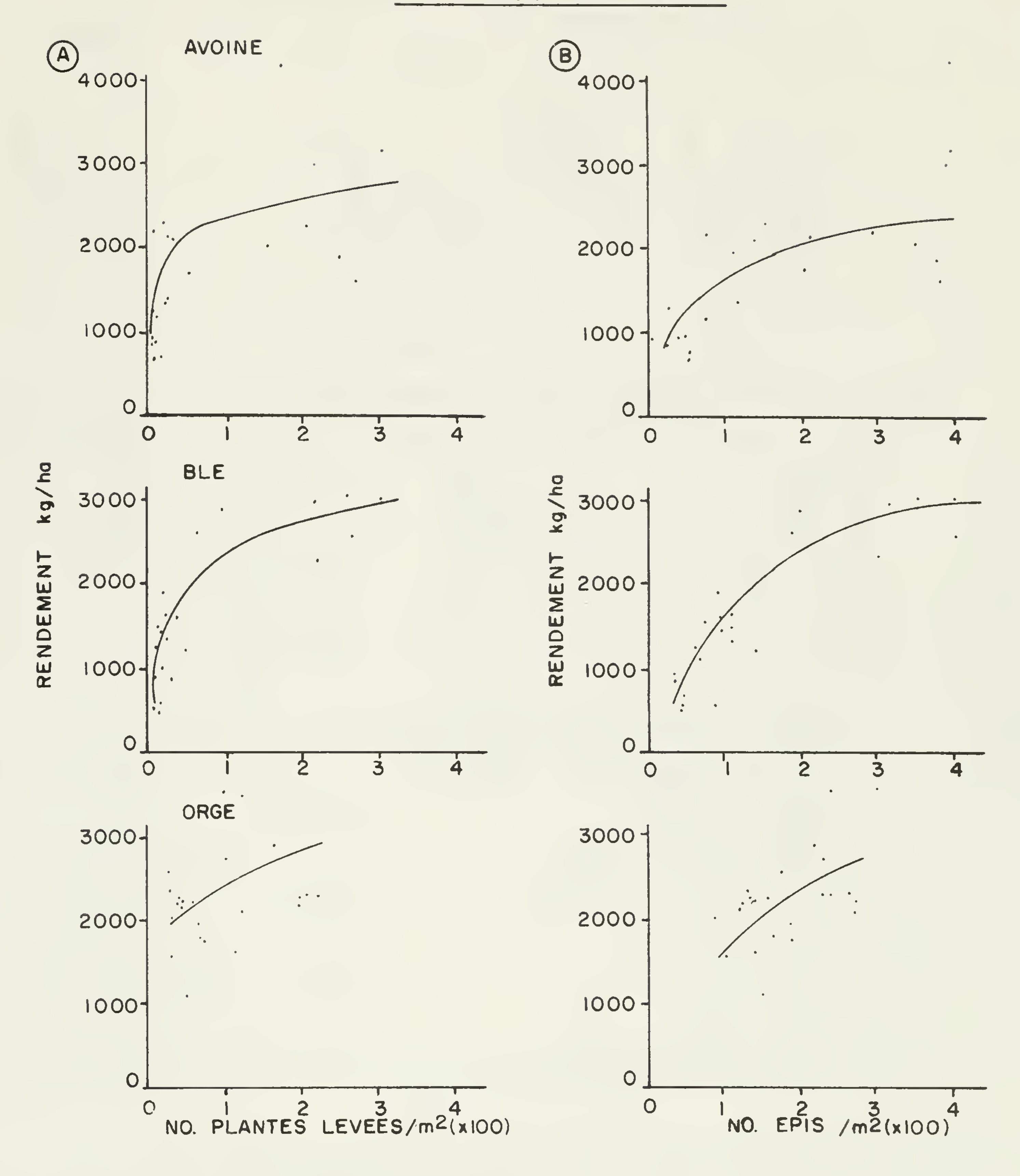


Figure 20. Relation entre A-Le rendement et la levée, B-Le rendement et le nombre d'épis pour l'avoine, le blé et l'orge à La Pocatière en 1977.

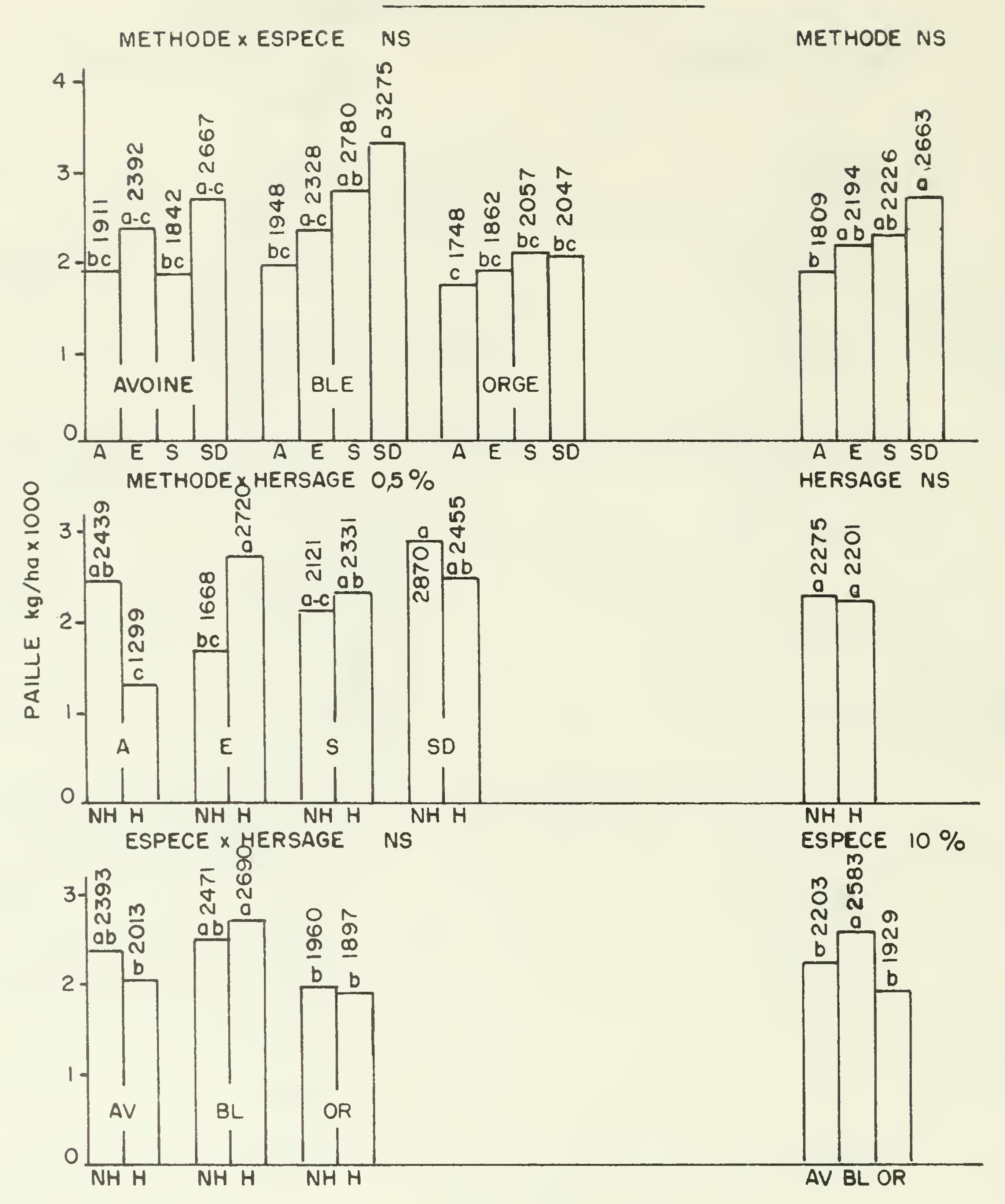


Figure 21. Effet de la méthode de semis et du hersage sur le rendement de la paille de céréale à La Pocatière en 1977.

SEMIS AVION 1977

RENDEMENT GRAIN vs RENDEMENT PAILLE

AVOINE (ALMA)

BLE (OPAL)

ORGE (LOYOLA)

RENDEMENT PAILLE kg/ha

RENDEMENT GRAIN kg/ha

0 1000 2000 3000 4000

Figure 22. Relation entre le rendement de la paille et du grain de l'avoine, du blé et de l'orge à La Pocatière en 1977.

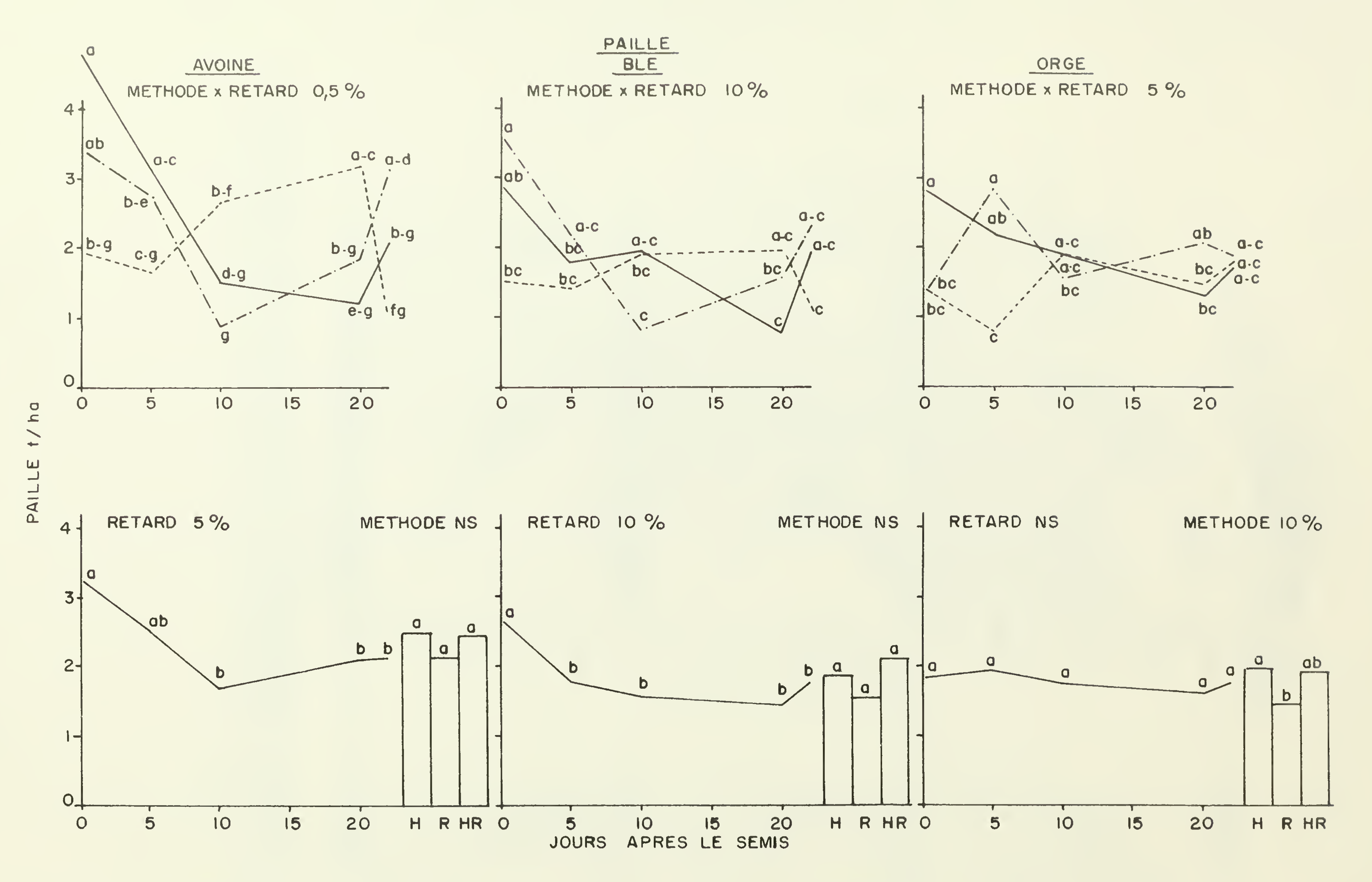


Figure 23. Effet de la méthode et retard de recouvrement sur le rendement de la paille.

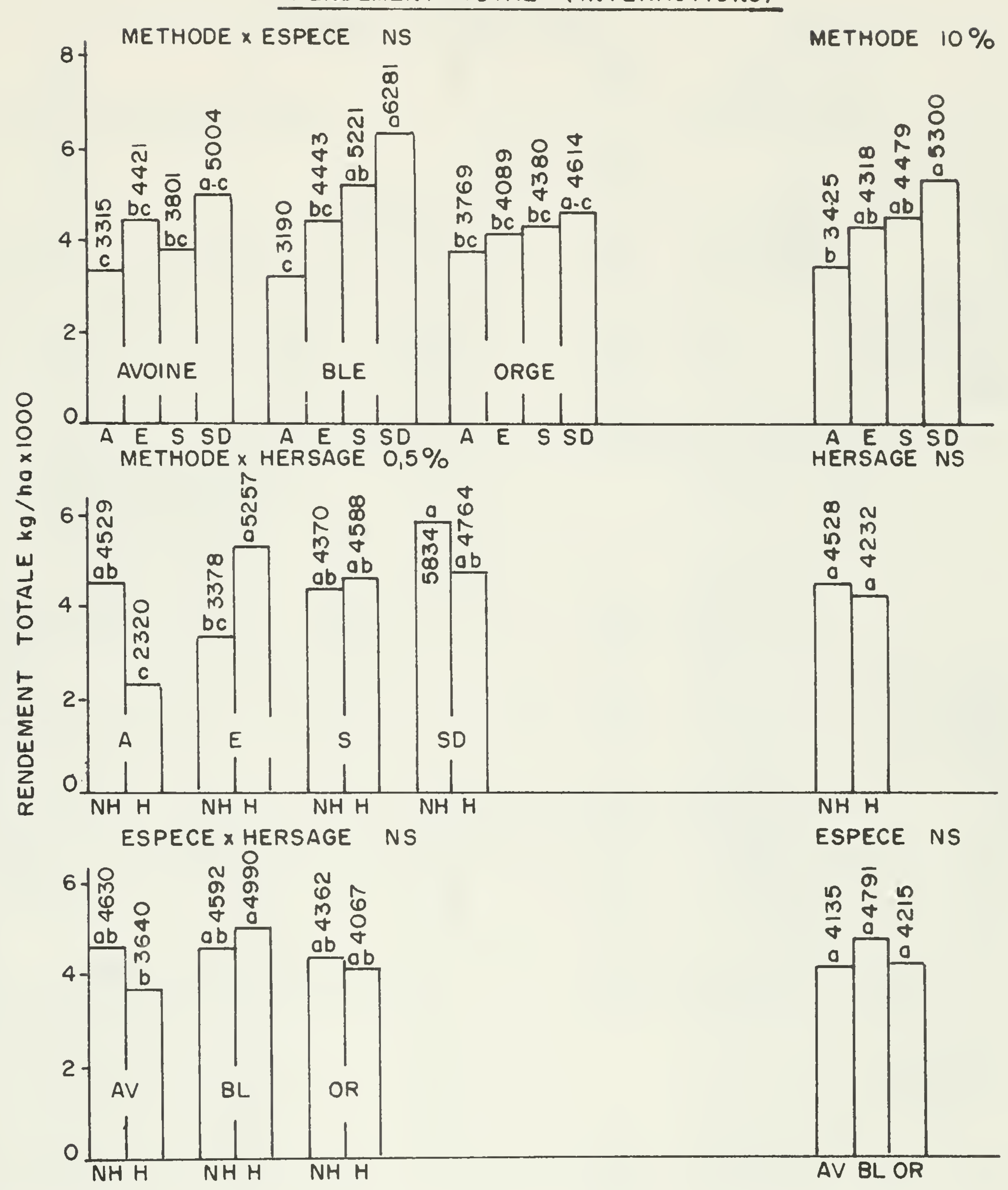


Figure 24. Effet de la méthode de semis et du hersage sur le rendement total à La Pocatière en 1977.

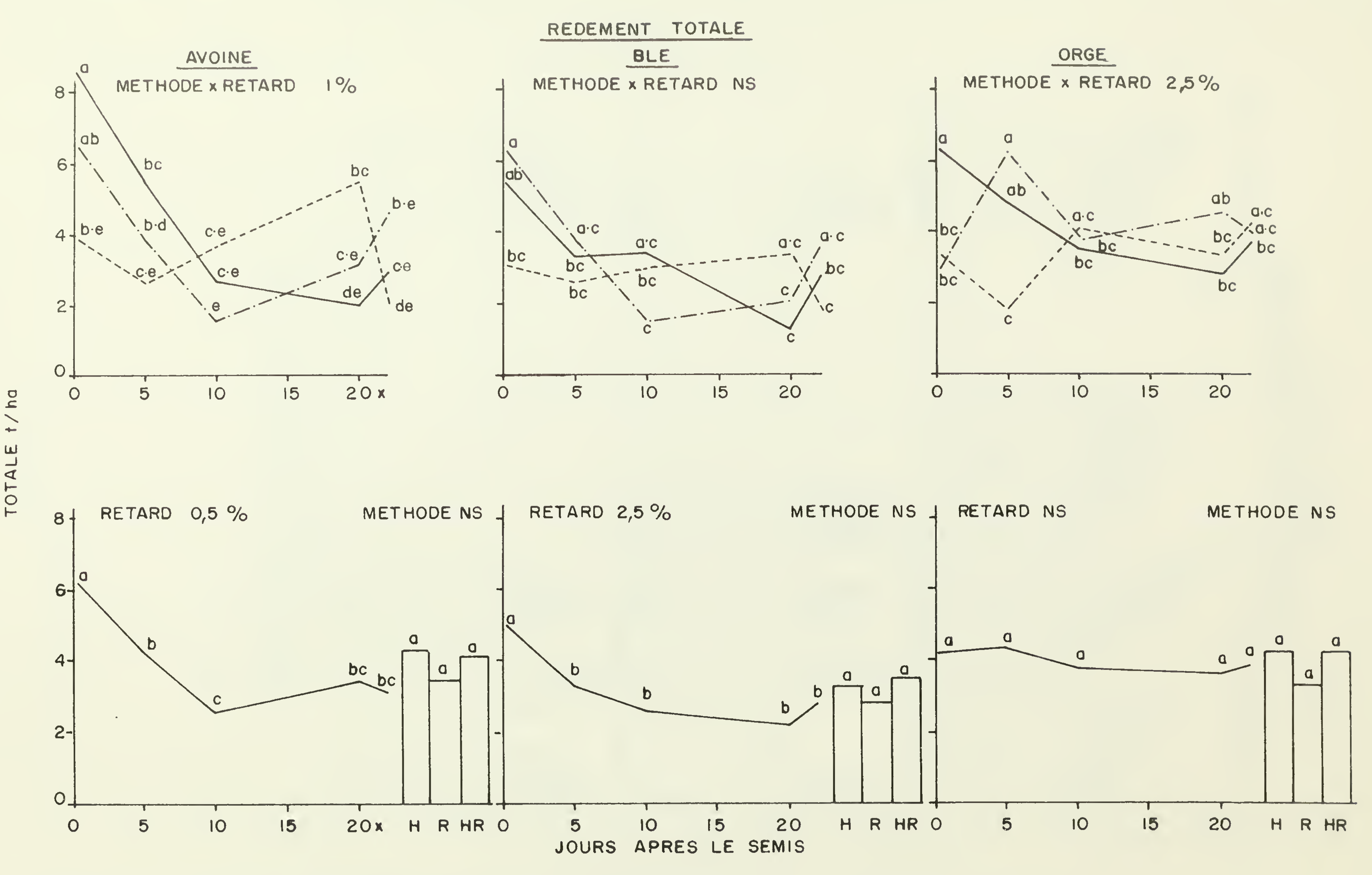


Figure 25. Effet de la méthode et du retard de recouvrement sur le rendement total.

SEMIS AVION 1977

% GRAIN (INTERACTIONS)

(A)

METHODE x ESPECE 0,5 %

METHODE 0,5 %

% GRAIN

100
50
0

d 40, bc 47, ab 52, c 46 — AVOINE
d 38, bc 48, c 47, bc 48 — BLE
a 55, a 55, a 54, a 56 — ORGE

A E S SD A E S SD A E S SD

b 44, a 50, a 51, a 50

A E S SD

A- AVION
E- EPANDEUR
S- SEMOIR
SD-SEMOIR DISQUE

METHODE x HERSAGE NS

HERSAGE 0,5 %

(B)

% GRAIN

50
0

b 46, c 42 — A
ab 50, ab 49 — E
a 52, a 50 — S
a 51, ab 48 — SD

NH H NH H NH H NH H

a 50, b 47

NH H

NH- NON HERSE
H- HERSE

ESPECE x HERSAGE NS

ESPECE 0,5 %

(C)

% GRAIN

50
0

b 49, c 44 — AV
bc 46, c 44 — BL
a 56, a 54 — OR

NH H NH H NH H

b 46, b 45, a 55

AV BL OR

AV- AVOINE
BL- BLE
OR- ORGE

Figure 26. Effet de la méthode de semis et du hersage sur le pourcentage de grain de l'avoine, du blé et de l'orge à La Pocatière en 1977 (Interactions du premier ordre).

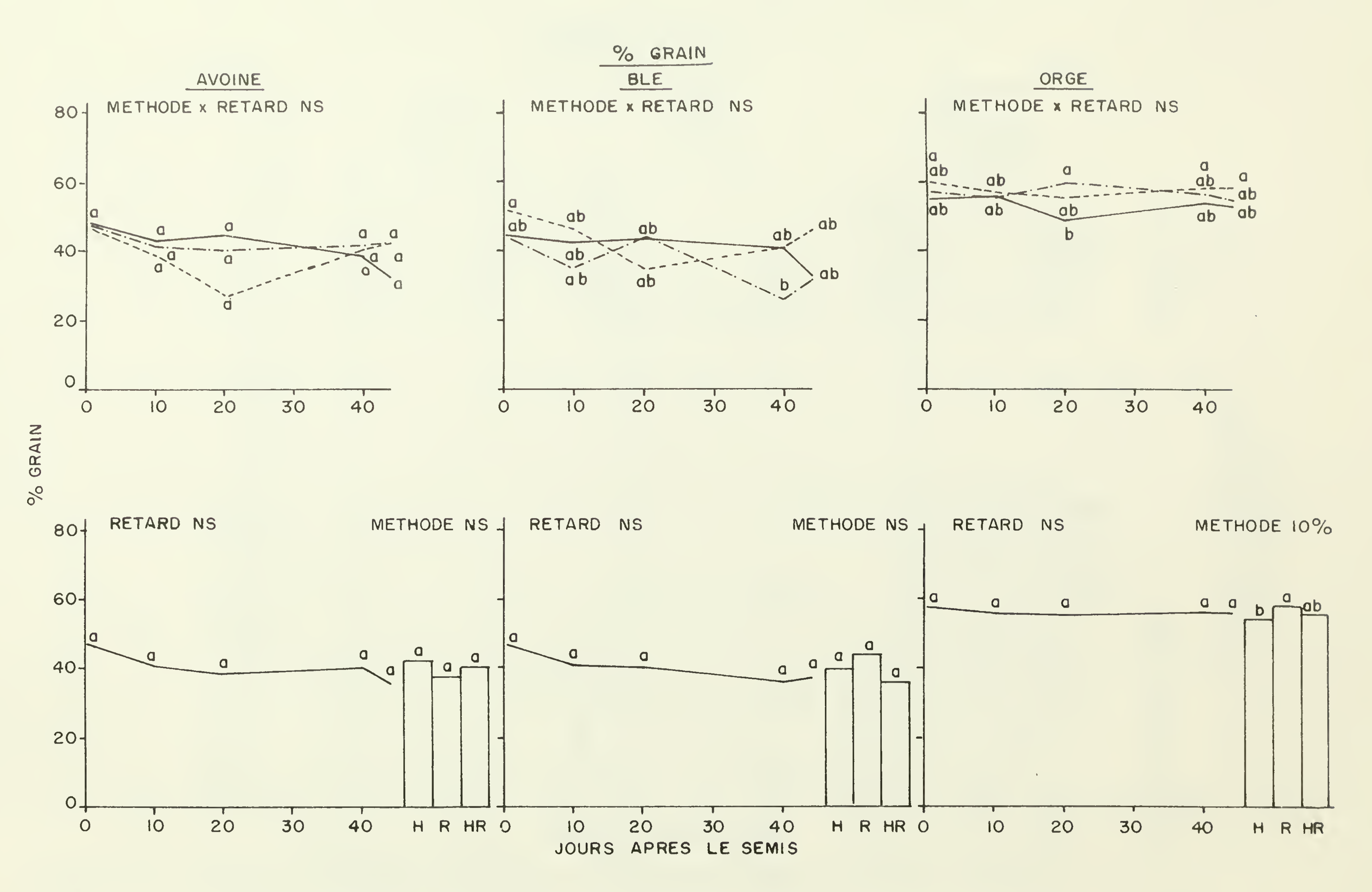


Figure 27. Effet de la méthode et du retard de recouvrement sur le pourcentage du grain.

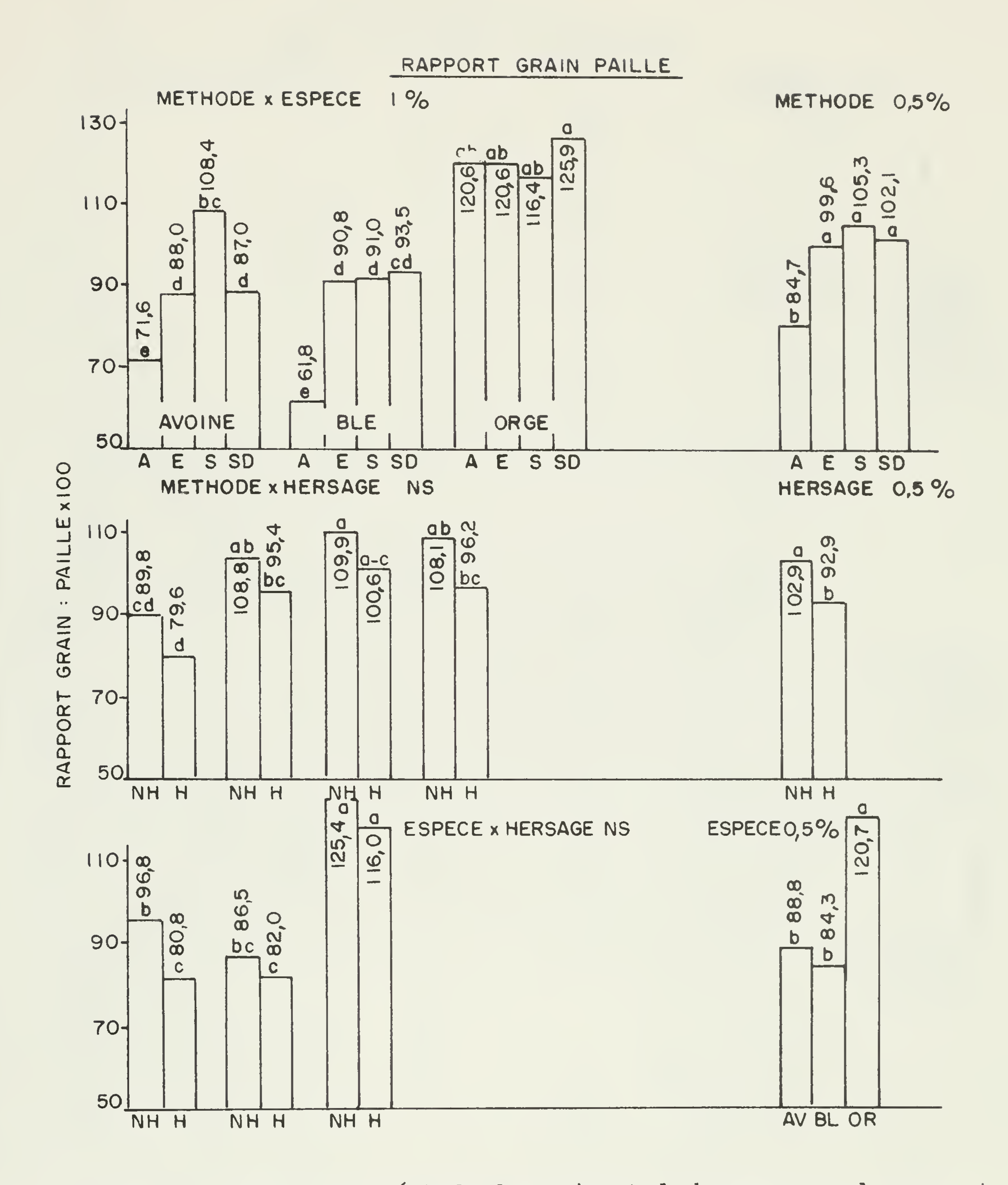


Figure 28. Effet de la méthode de semis et du hersage sur le rapport grain-paille de 3 céréales en 1977 à La Pocatière.

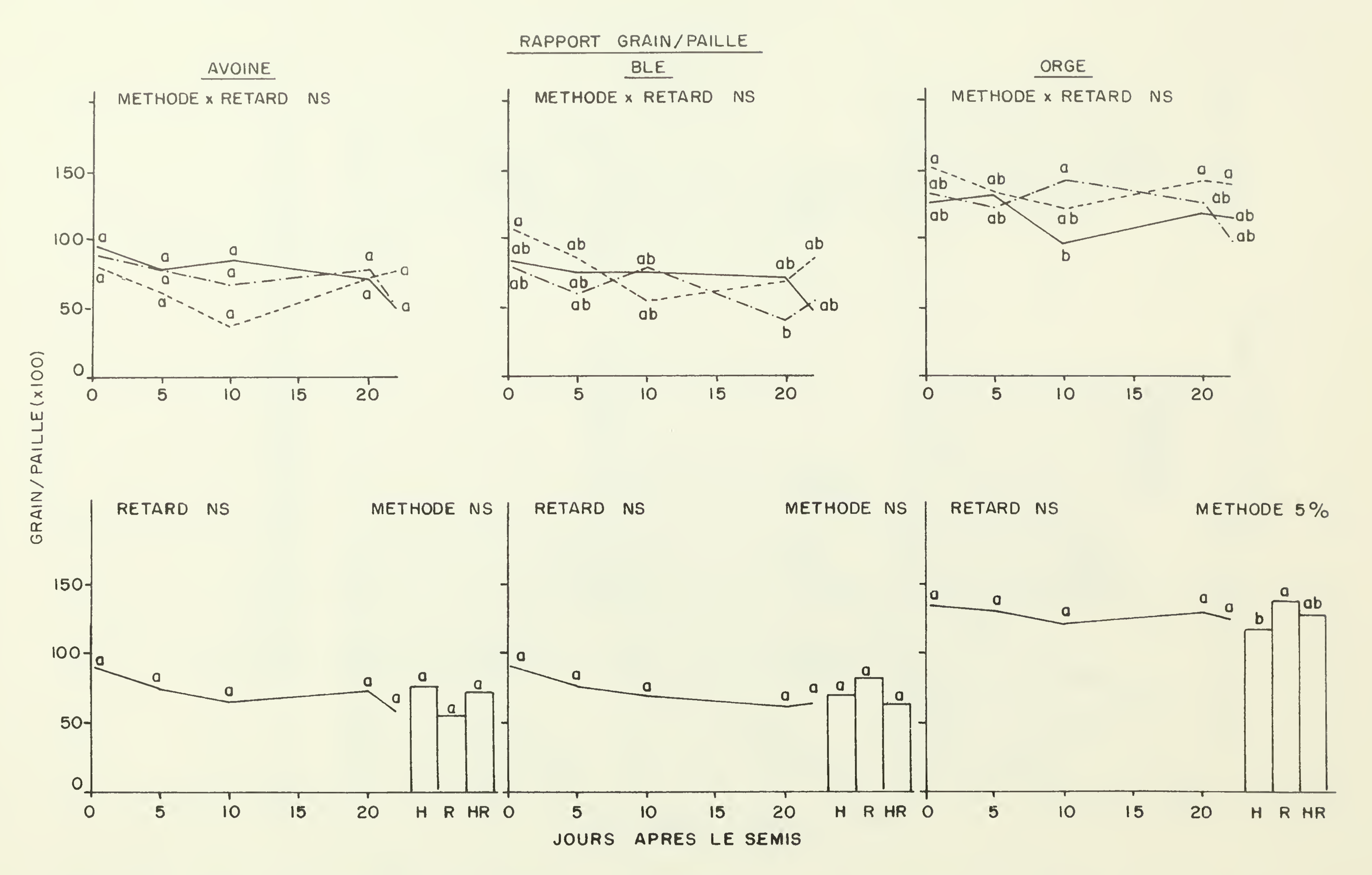


Figure 29. Effet de la méthode et du retard de recouvrement sur le rapport grain-paille.

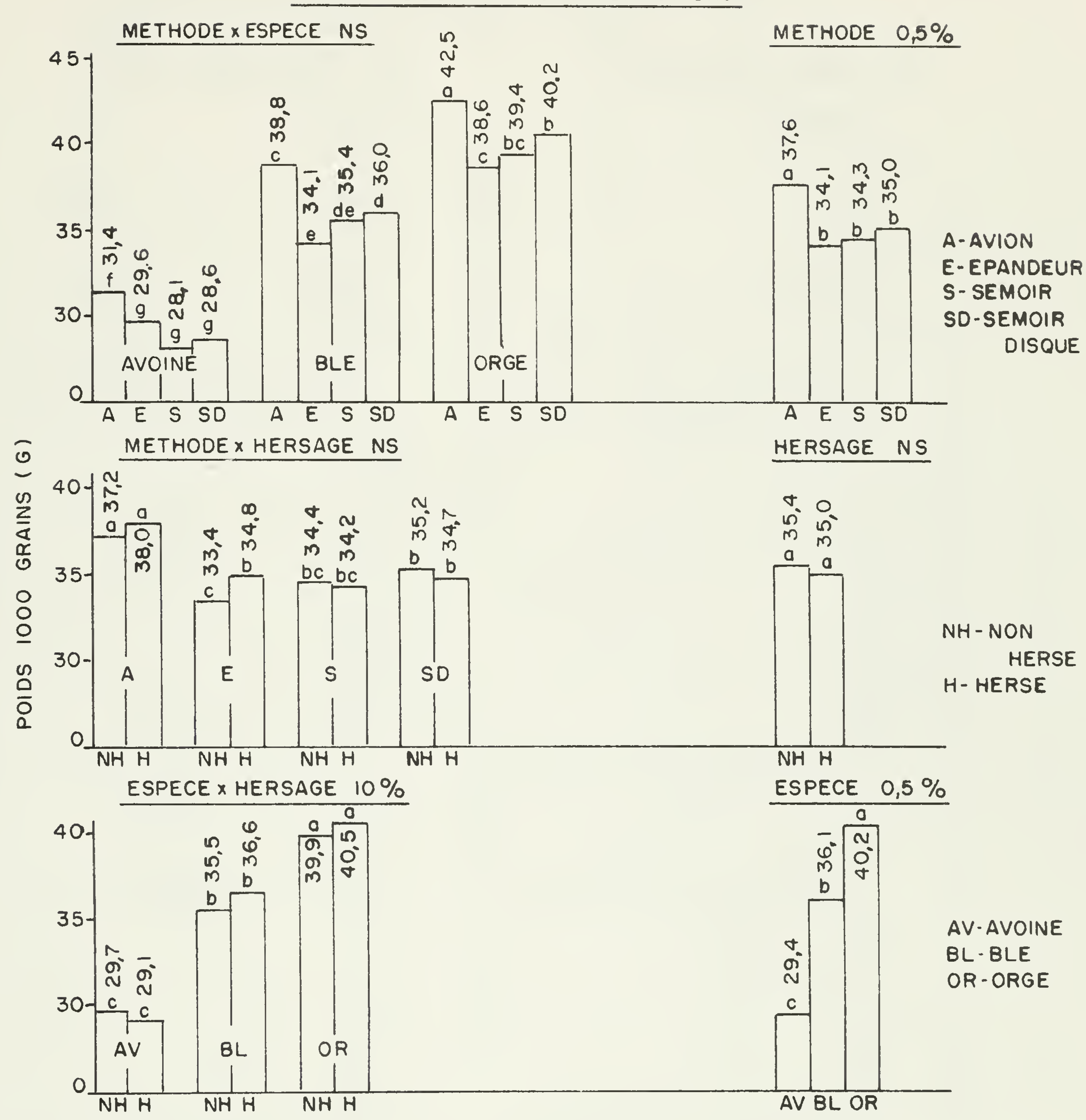


Figure 30. Effet de la méthode de semis et du hersage sur le poids de 1000 grains de l'avoine, du blé et de l'orge à La Pocatière en 1977 (Interactions du premier ordre, *niveau de signifiance, **les traitements suivis par la même lettre ne sont pas différents).

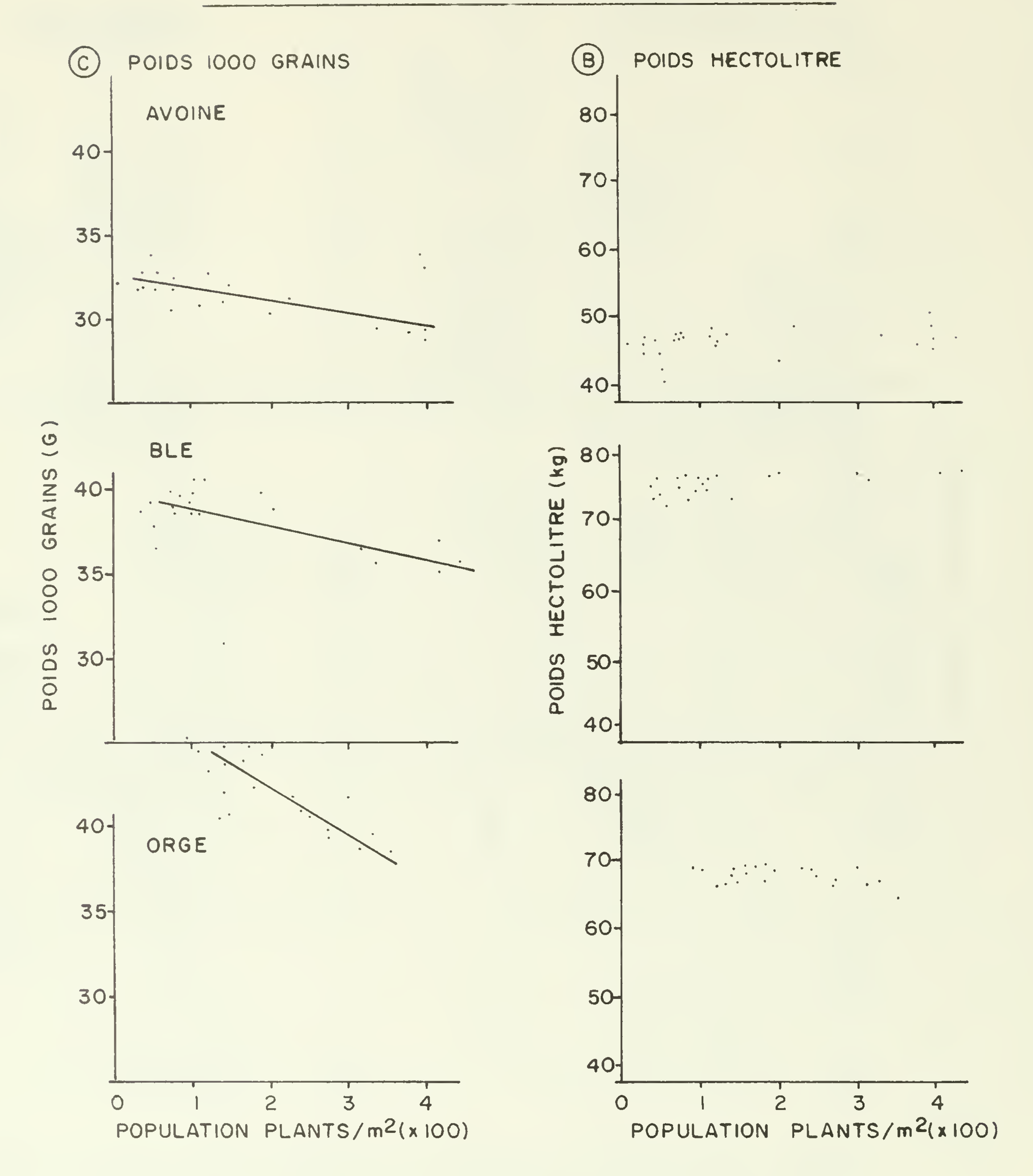


Figure 31. Relation entre A-Poids de 1000 grains vs population, B-Poids à l'hectolitre vs population pour l'avoine, le blé et l'orge sur le loam argileux Du Creux à La Pocatière en 1977.

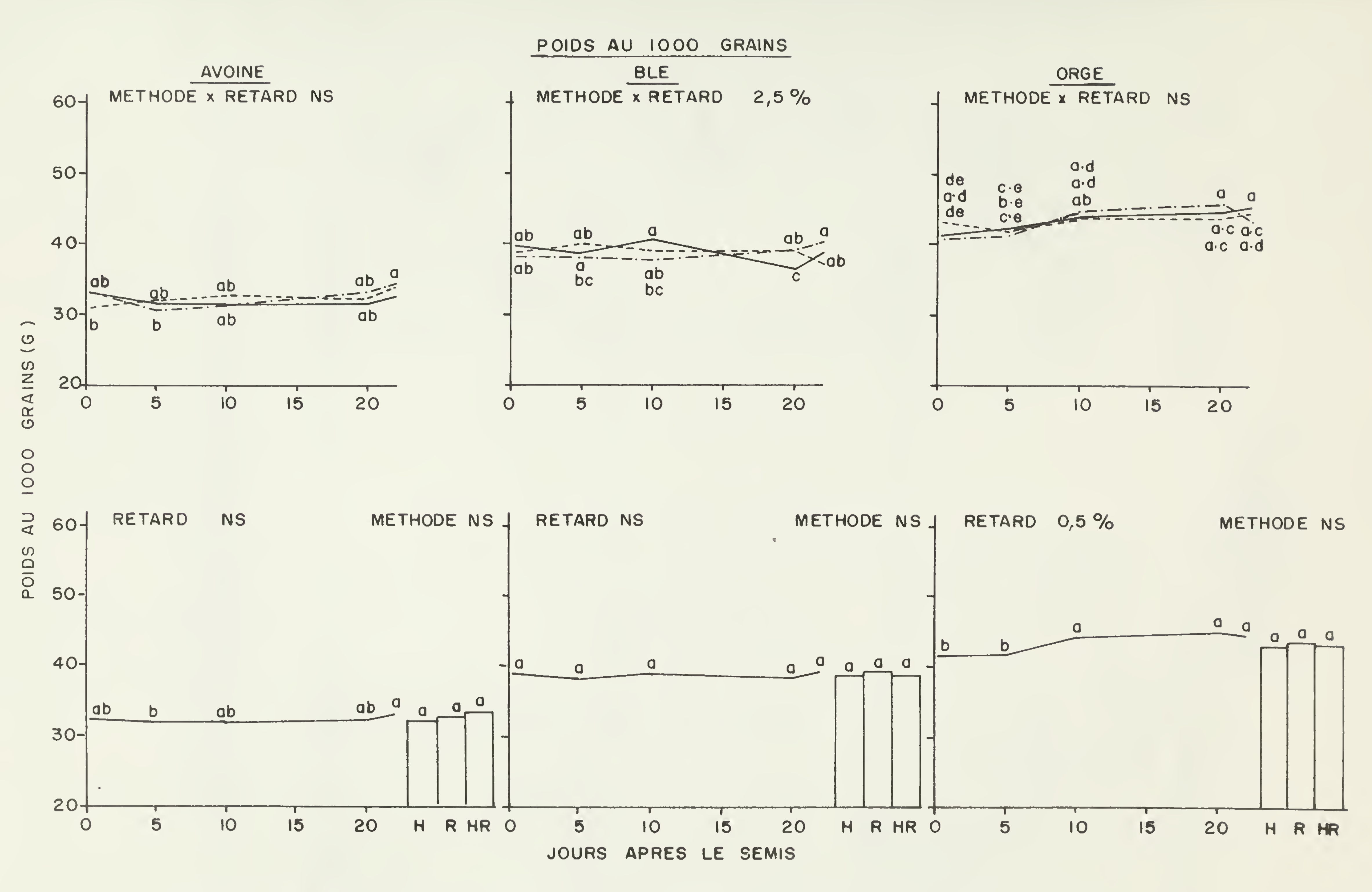


Figure 32. Effet de la méthode et du retard de recouvrement sur le poids au 1000 grains.

SEMIS AVION 1977

POIDS HECTOLITRE

METHODE x ESPECE NS

b 74,3 b 74,9 a 77,3 a 76,6

c 67,3 d 65,5 cd 67,0 c 67,4

e 44,9 e 44,9 e 45,8 e 45,8

AVOINE BLE ORGE

A E S SD A E S SD A E S SD

METHODE 1%

b 62,1 b 61,8 a 63,4 a 63,3

A E S SD

A-AVION
E-EPANDEUR
S-SEMOIR
SD-SEMOIR DISQUE

METHODE x HERSAGE 0,5%

a 63,8 b 60,5 b 60,4 a 63,3 a 63,1 a 63,6 a 62,9 a 63,6

A E S SD

NH H NH H NH H NH H

HERSAGE NS

a 62,5 a 62,8

NH H

NH- NON HERSE
H- HERSE

POIDS HECTOLITRE (kg)

ESPECE x HERSAGE NS

c 45,4 c 45,4 a 75,5 a 76,0 b 66,8 b 66,9

AV BL OR

NH H NH H NH H

ESPECE 0,5%

c 45,4 a 75,8 b 66,8

AV BL OR

AV- AVOINE
BL- BLE
OR- ORGE

Figure 33. Effet de la méthode de semis et du hersage sur le poids à l'hectolitre de l'avoine, du blé et de l'orge à La Pocatière en 1977 (Interactions premier ordre).

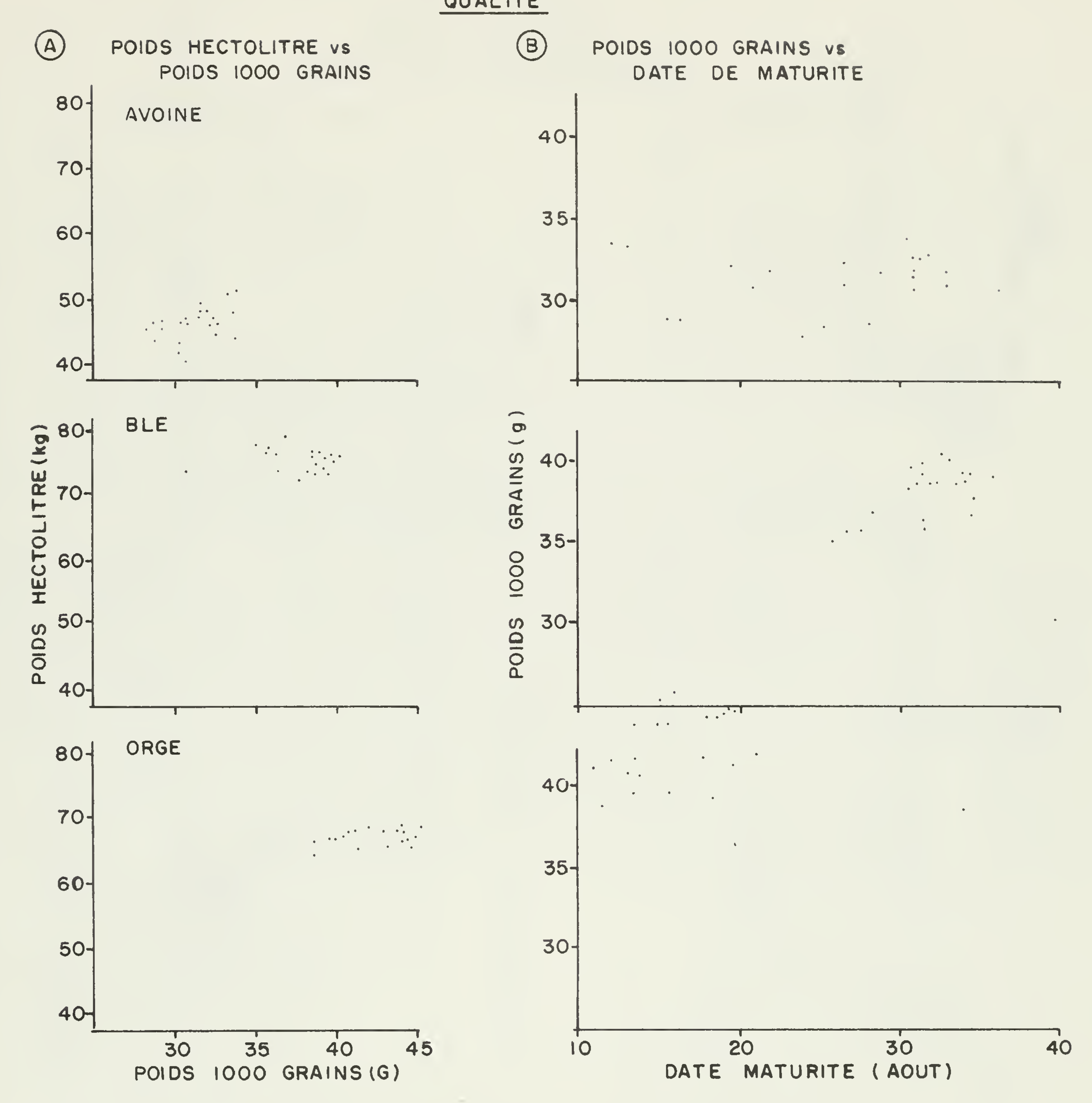


Figure 34. Relation entre A-Le poids à l'hectolitre et le poids de 1000 grains, B-Le poids de 1000 grains et la date de maturité sur le loam argileux Du Creux à La Pocatière en 1977.

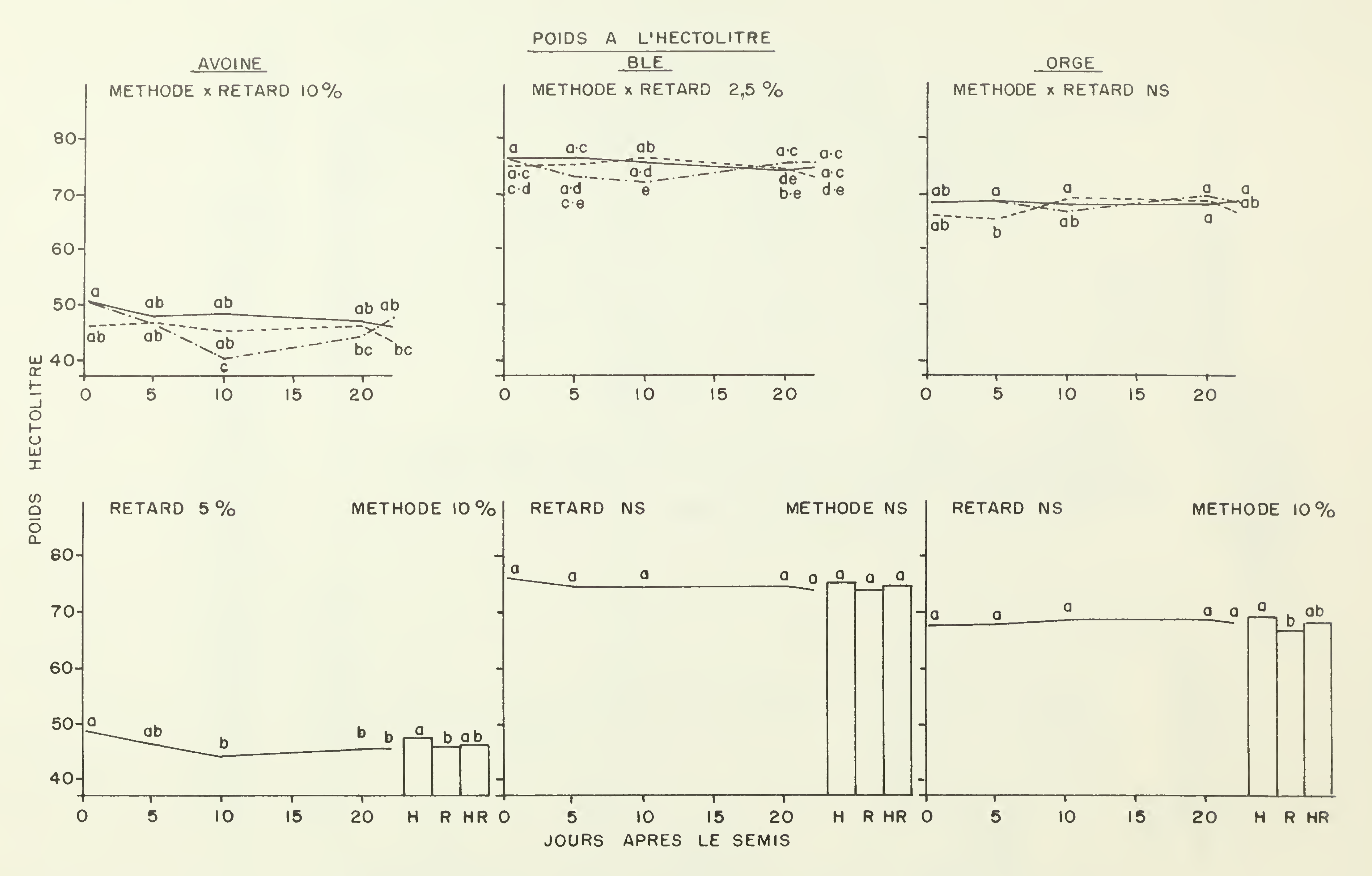


Figure 35. Effet de la méthode et du retard de recouvrement sur le poids à l'hectolitre.

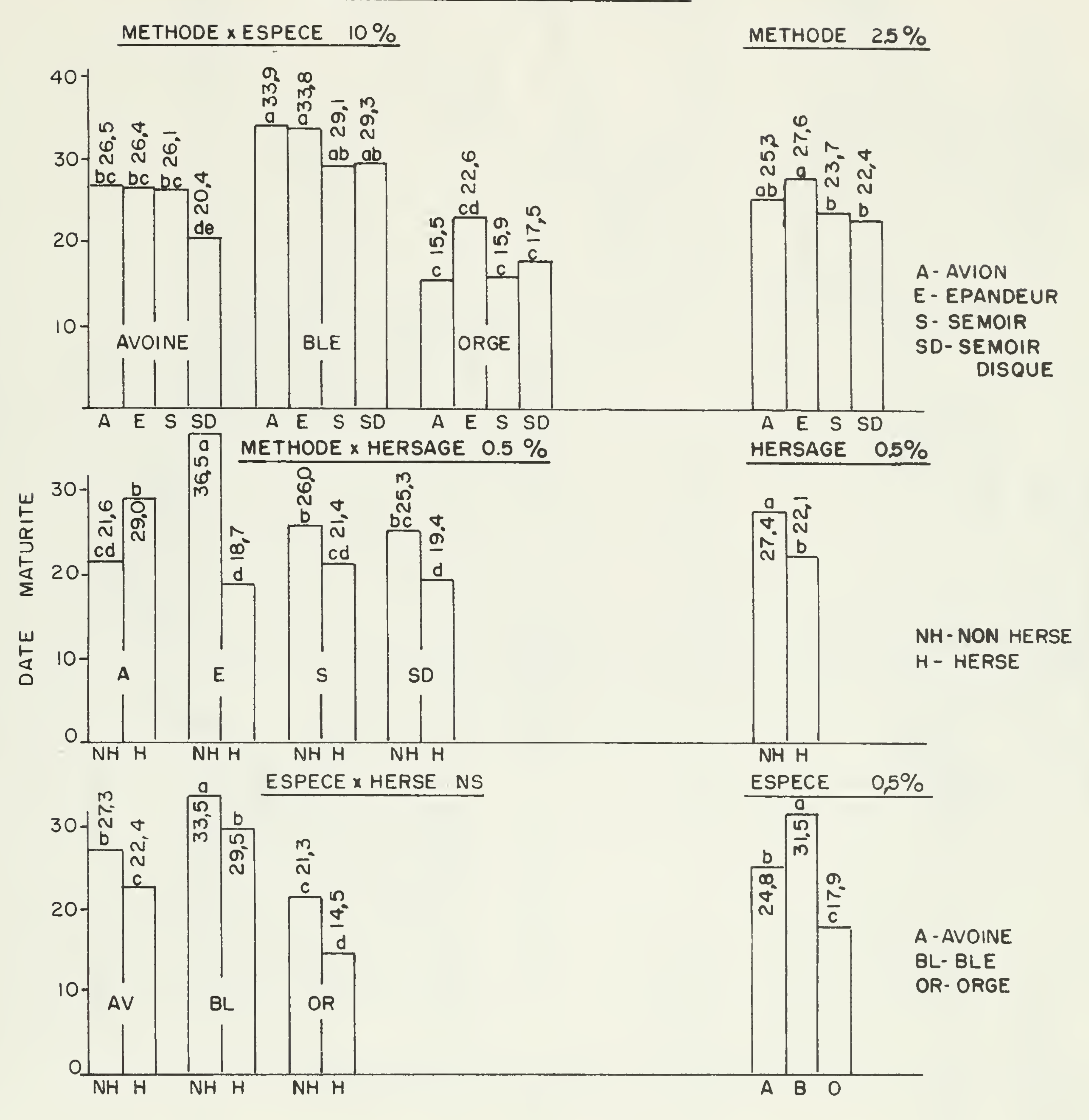


Figure 36. Effet de la méthode de semis et du hersage sur la date de maturité de l'avoine, du blé et de l'orge à La Pocatière en 1977. Effets principaux et interactions du premier ordre.

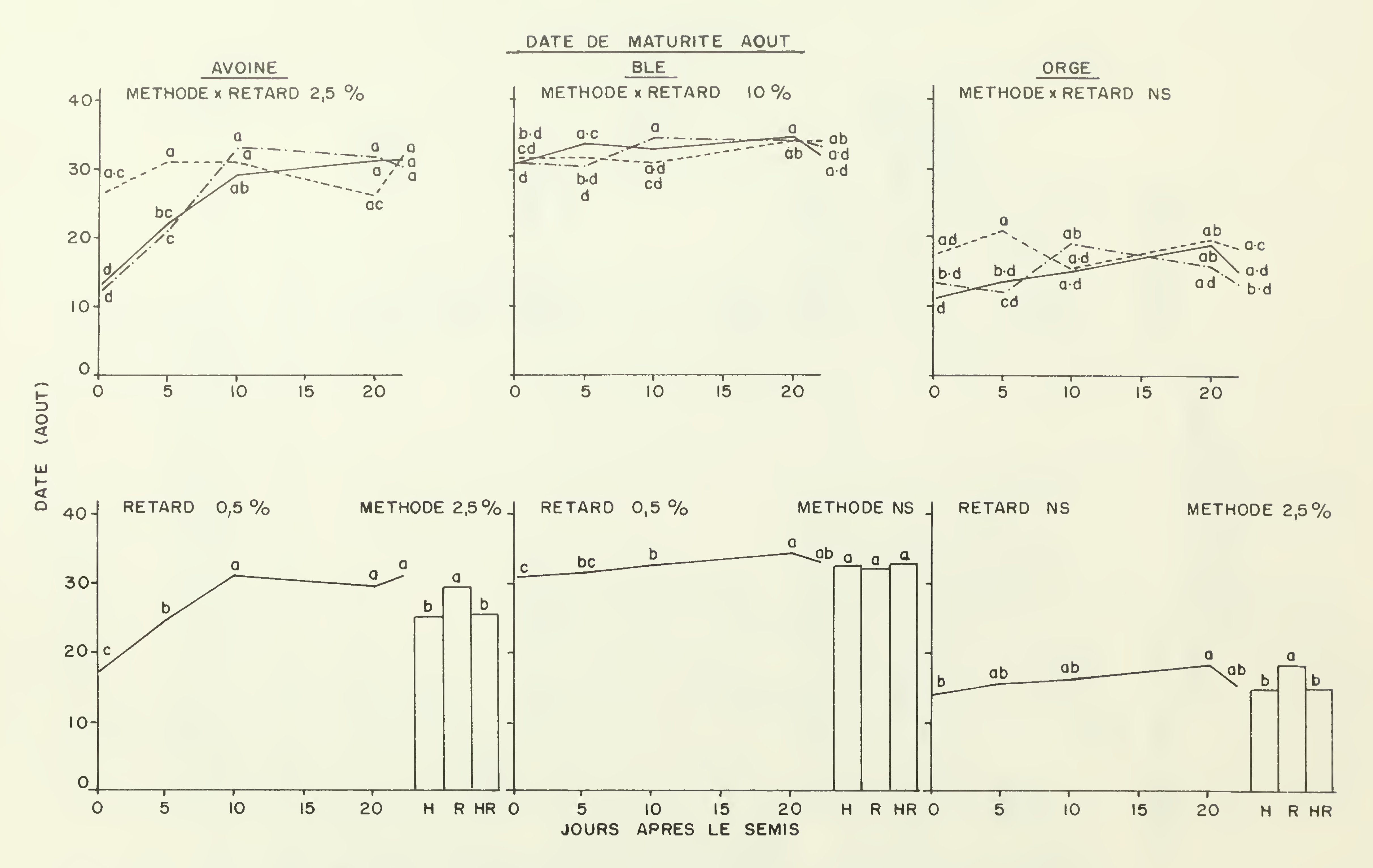


Figure 37. Effet de la méthode et du retard de recouvrement sur la maturité.

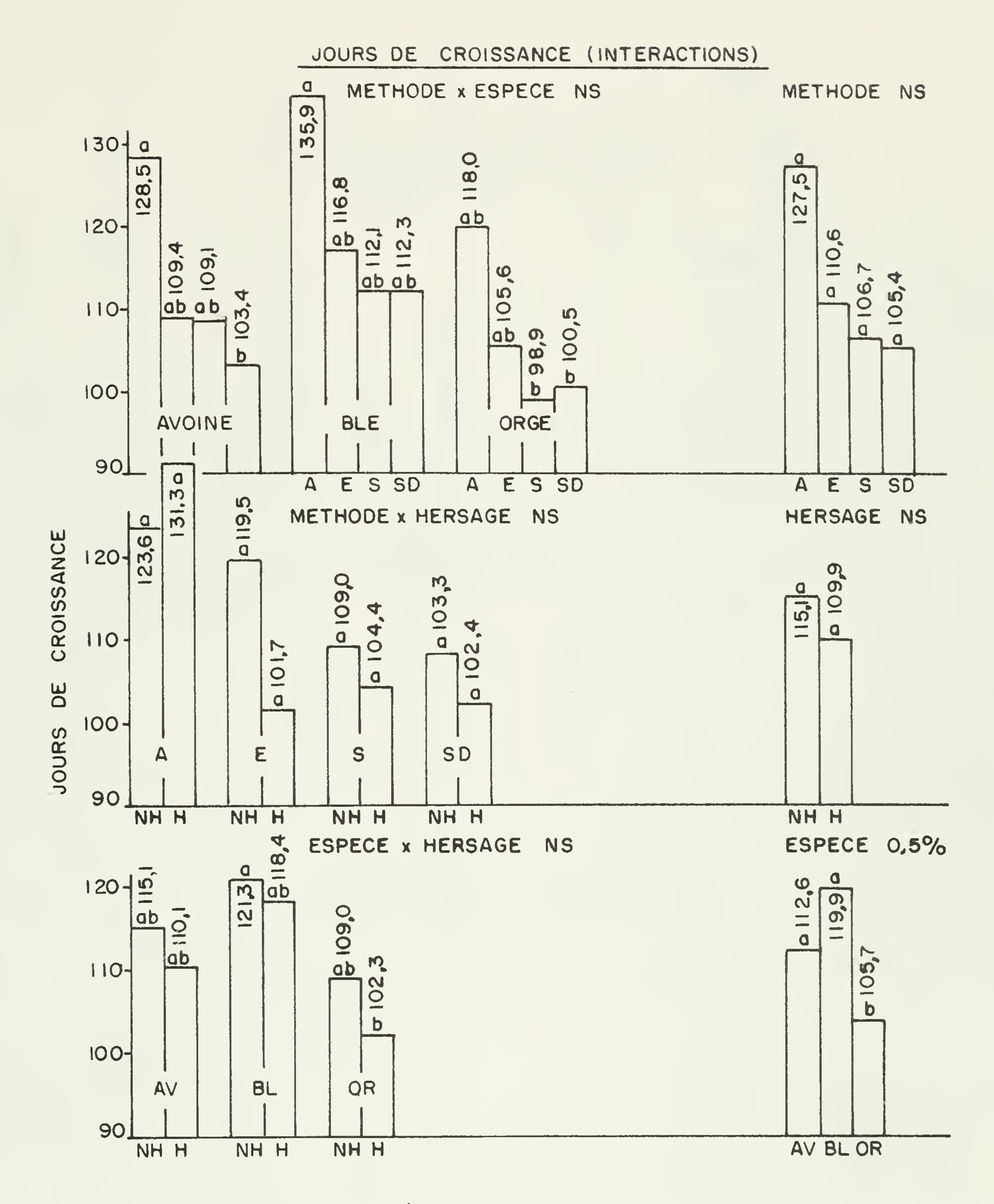


Figure 38. Effet de la méthode de semis et du hersage sur le nombre de jours de croissance de 3 céréales à La Pocatière en 1977.

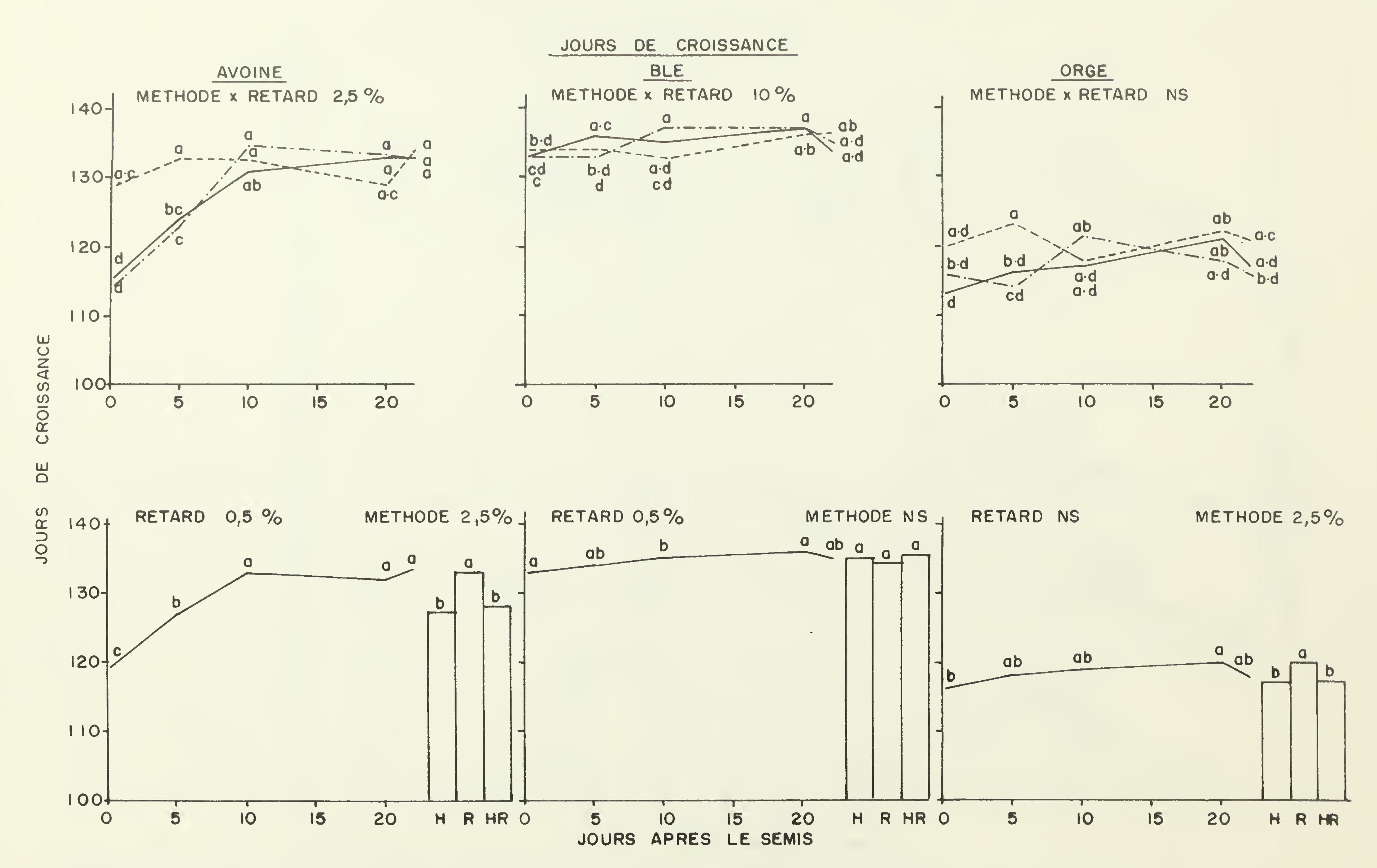


Figure 39. Effet de la méthode et du retard de recouvrement sur le nombre de jours de croissance.

SEMIS AVION 1977

MAUVAISES HERBES FEUILLES LARGES

INTERACTIONS

FEUILLES LARGES NOMBRE DE MH/m2(x100)

METHODE x ESPECE NS

AVOINE: A a-c 87, E bc 47, S a-c 65, SD a-c 57

BLE: A a 96, E c 40, S a-c 65, SD ab 93

ORGE: A a-c 79, E a-c 70, S c 42, SD a-c 85

METHODE 5%

A a 87, E b 53, S b 57, SD ab 79

A-AVION
E-EPANDEUR
S-SEMOIR
SD-SEMOIR DISQUE

METHODE x HERSAGE NS

A: NH ab 90, H ab 84

E: NH ab 62, H b 43

S: NH ab 52, H ab 62

SD: NH a 102, H ab 54

HERSAGE NS

NH a 76, H a 60

NH-NON HERSE
H-HERSE

ESPECE x HERSAGE NS

AV: NH a 70, H a 69

BL: NH a 88, H a 59

OR: NH a 72, H a 66

ESPECE NS

AV a 64, BL a 73, OR a 65

AV-AVOINE
BL-BLE
OR-ORGE

Figure 40. Effet de la méthode de semis et du hersage sur le nombre de mauvaises herbes à feuilles larges dans l'avoine, le blé et l'orge à La Pocatière en 1977 (Interactions premier ordre).

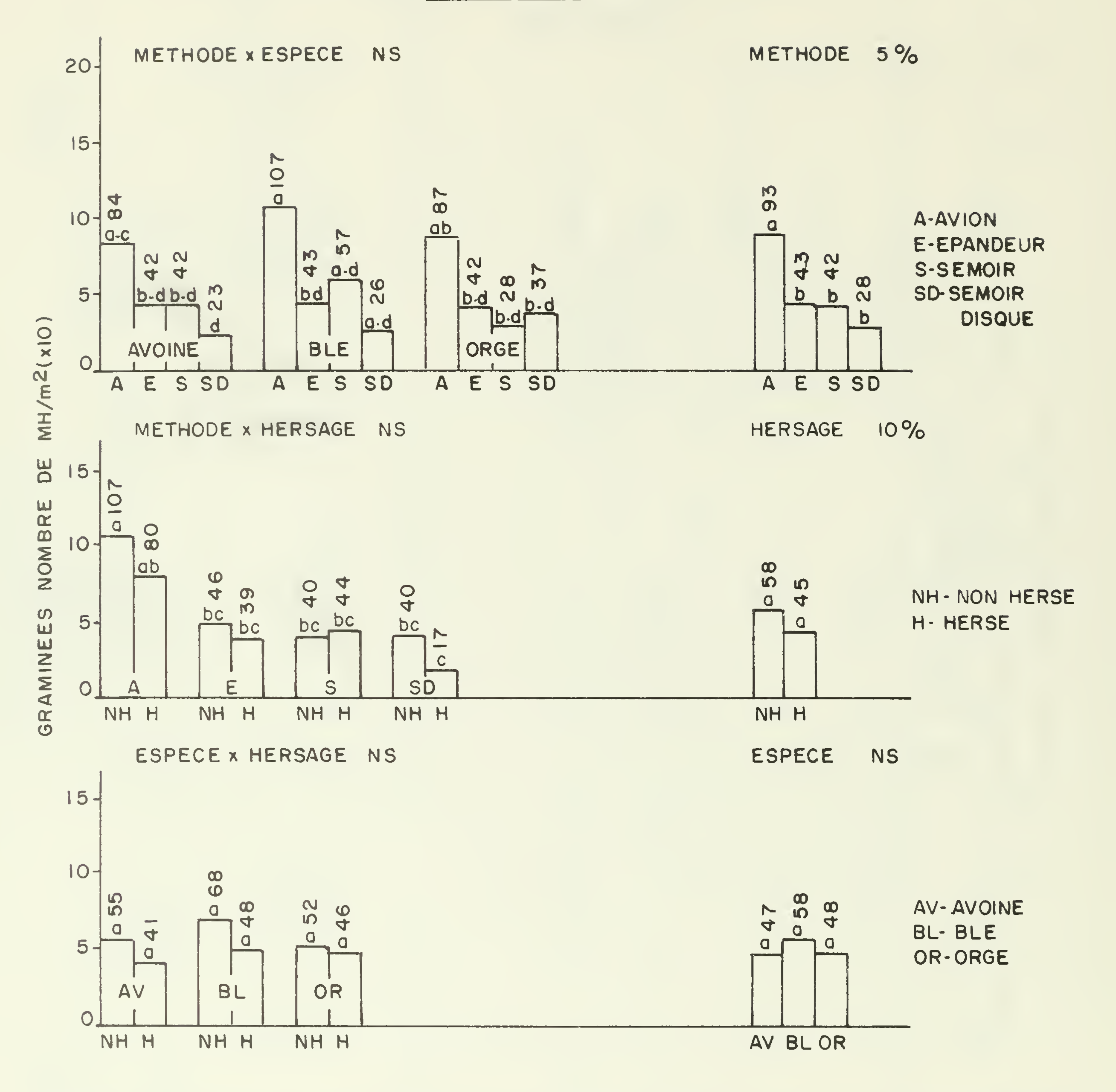


Figure 41. Effet de la méthode de semis et du hersage sur les mauvaises herbes graminées dans l'avoine, le blé et l'orge à La Pocatière en 1977 (Interactions premier ordre).

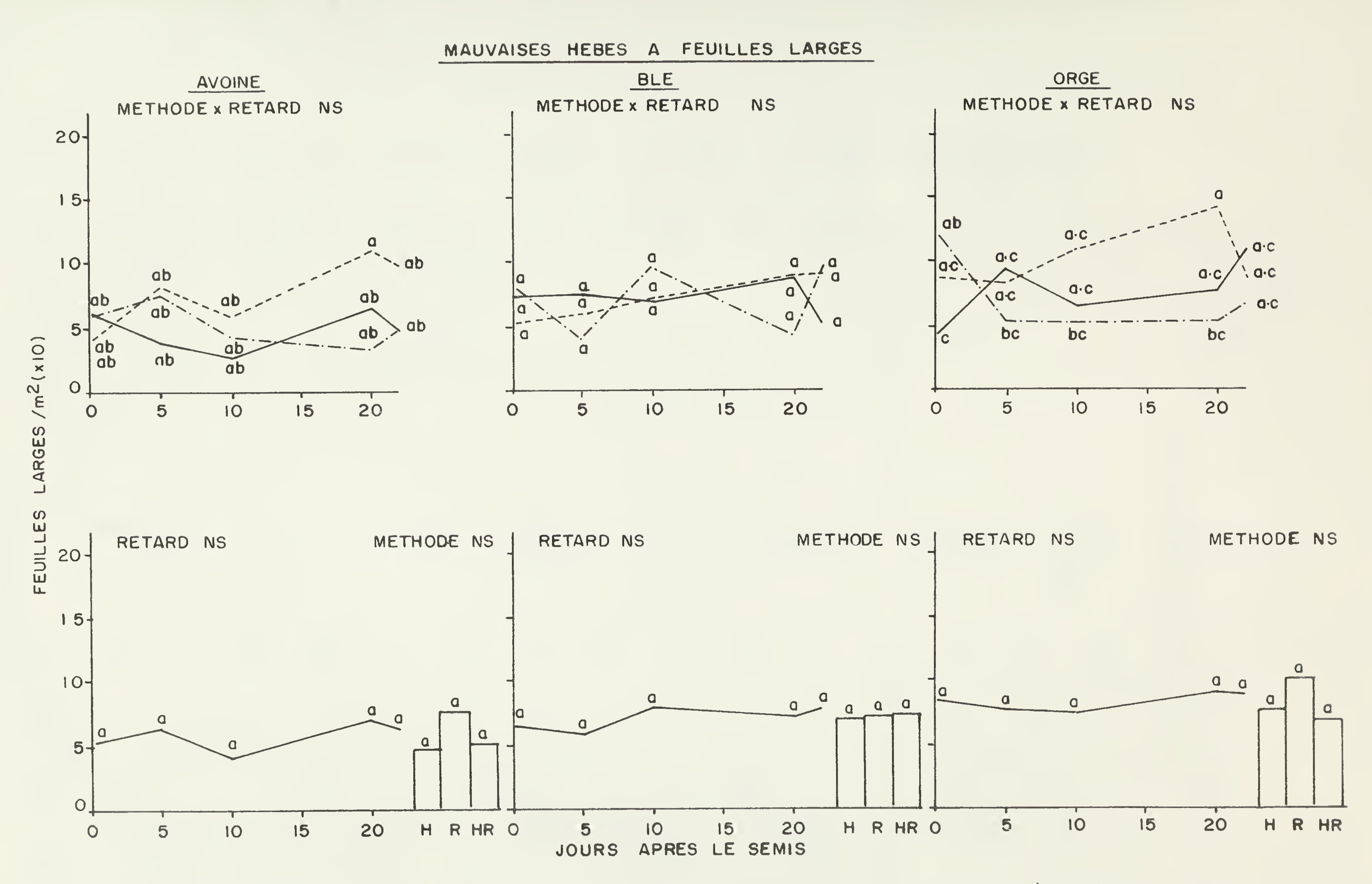


Figure 42. Effet de la méthode et du retard de recouvrement sur les mauvaises herbes à feuilles larges.

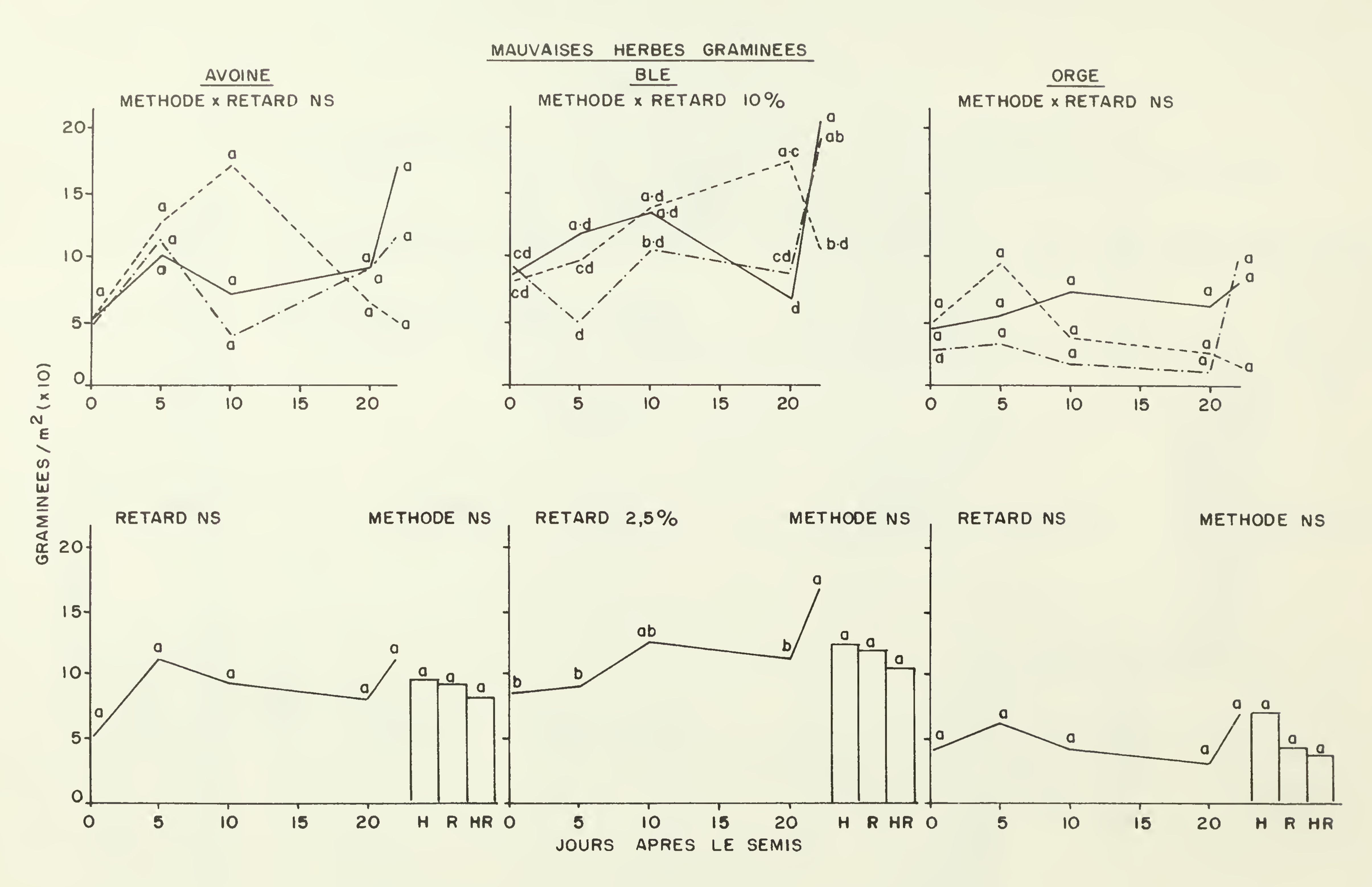


Figure 43. Effet de la méthode et retard de recouvrement sur les mauvaises herbes graminées.

FACTEURS DE CONVERSION

Unité métrique	Facteur approximatif de conversion	Donne
LINÉAIRE		
millimètre (mm)	× 0,04	pouce
centimètre (cm)	× 0,39	pouce
mètre (m)	× 3,28	pieds
kilomètre (km)	× 0,62	mille
SUPERFICIE		
centimètre carré (cm^2)	× 0,15	pouce carré
mètre carré (m^2)	× 1,2	verges carrées
kilomètre carré (km^2)	× 0,39	mille carré
hectare (ha)	× 2,5	acres
VOLUME		
centimètre cube (cm^3)	× 0,06	pouce cube
mètre cube (m^3)	× 35,31	pieds cubes
mètre cube (m^3)	× 1,31	verges cubes
CAPACITÉ		
litre (L)	× 0,035	pied cube
hectolitre (hL)	× 22	gallons
hectolitre (hL)	× 2,5	boisseaux
POIDS		
gramme (g)	× 0,04	once
kilogramme (kg)	× 2,2	livres
tonne (t)	× 1,1	tonnes courtes
AGRICOLE		
litres à l'hectare (L/ha)	× 0,089	gallons à l'acre
litres à l'hectare (L/ha)	× 0,357	pintes à l'acre
litres à l'hectare (L/ha)	× 0,71	chopines à l'acre
millilitres à l'hectare (mL/ha)	× 0,014	onces liquides à l'acre
tonnes à l'hectare (t/ha)	× 0,45	tonnes à l'acre
kilogrammes à l'hectare (kg/ha)	× 0,89	livres à l'acre
grammes à l'hectare (g/ha)	× 0,014	onces à l'acre
plants à l'hectare (plants/ha)	× 0,405	plants à l'acre